ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Année 1969 N° 11

# LA LUZERNE DESHYDRATÉE EN ALIMENTATION ANIMALE

## THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

**Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1969**

DEVANT LA

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE TOULOUSE

PAR

RENÉ BAYET

Né le 26 janvier 1942, à Deneuille-les-Mines (Allier)

JURY — Président : M. ROUX — Assesseurs : M. FALIU, M. TOURNUT

TOULOUSE

IMPRIMERIE DU SUD-OUEST

1, rue Tripière

1969

# LA LUZERNE DESHYDRATÉE

## EN ALIMENTATION ANIMALE

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Année 1969 N° 11

# LA LUZERNE DESHYDRATÉE EN ALIMENTATION ANIMALE

## THÈSE

### POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

**Présentée et soutenue publiquement en Janvier 1969**

DEVANT LA

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE TOULOUSE

PAR

RENÉ BAYET

Né le 26 janvier 1942, à Deneuille-les-Mines (Allier)

JURY — Président : M. ROUX — Assesseurs : M. FALIU, M. TOURNUT

TOULOUSE

IMPRIMERIE DU SUD-OUEST

1, rue Tripière

1969

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

# ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

UNIV. LEIDEN BIBL.

**Directeur :** M. FLORIO.

**Directeurs Honoraires :** MM. PONS - DARRASPEN.

## PERSONNEL ENSEIGNANT

**Chaire de Pharmacie-Toxicologie :**
— Professeur titulaire ..... **M. Godfrain**
— Maître-Assistant ..... **Mme Burgat-Sacaze**

Pharmacie - Toxicologie

**Chaire de Physique-Chimie Biologiques et Médicales :**
— Professeur titulaire ..... **M. Rico**
— Maître-Assistant ..... **M. Lorgue**

Physique - Chimie Biologiques et Médicales

**Chaire d'Anatomie des animaux domestiques :**
— Professeur titulaire ..... **M. Pavaux**

Anatomie descriptive appliquée - Extérieur

**Chaire de Physiologie - Thérapeutique :**
— Maître de Conférences, Chef de Service ..... **M. Ruckebusch**
— Maître-Assistant ..... **M. Fargeas**

Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie

**Chaire d'Histologie - Anatomie Pathologique :**
— Maître de Conférences, Chef de Service, Professeur sans chaire . **M. Van Haverbeke**
— Maître-Assistant ..... **M. Cabanié** Agrégé

Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique

**Chaire d'Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'origine animale :**
— Professeur titulaire ..... **M. Labie**
— Maître-Assistant ..... **M. Eeckhoutte**

Inspections des viandes - Inspection du lait

**Chaire de Parasitologie :**
— Professeur titulaire ..... **M. Brizard**
— Maître-Assistant ..... **M. Dorchies**

Zoologie appliquée - Parasitologie externe
Parasitologie interne - Clinique

**Chaire de Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores :**
— Professeur titulaire ..... **M. Florio**
— Maître de Conférences, non chef de service, Professeur sans chaire **M. Lescure**
— Maître-Assistant ..... **M. Guelfi**

Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire - Clinique

**Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des animaux de basse-cour :**
— Professeur titulaire ..... **M. Tournut**
— Maître-Assistant ..... **M. Espinasse** Agrégé

Pathologie Médicale du Bétail
et des Animaux de basse-cour
Clinique interne - externe

**Chaire de Pathologie Chirurgicale :**
— Professeur titulaire ..... **M. Coulon**
— Maître-Assistant ..... **M. Cazieux**

Technique Chirurgicale
Pathologie Chirurgicale clinique

**Chaire de Pathologie de la Reproduction :**
— Professeur titulaire ..... **M. Berthelon**
— Maître de Conférences, non Chef de Service, Professeur sans chaire **M. Royal**

Obstétrique - Pathologie de la Reproduction
Clinique interne - externe

**Chaire de Pathologie des Maladies Contagieuses :**
— Professeur titulaire ..... **M. Saurat**
— Maître-Assistant ..... **M. Chantal**

Maladies contagieuses - Zoonoses
Législation sanitaire

**Chaire de Pathologie Générale :**
— Professeur titulaire ..... **M. Lautié**

Pathologie Générale - Microbiologie - Immunologie

**Chaire de Zootechnie et d'Economie Rurale :**
— Professeur titulaire ..... **M. Queinnec**
— Maître-Assistant ..... **M. Darre**

Ethnologie - Hygiène - Zootechnie - Economie rurale

**Chaire d'Alimentation :**
— Professeur titulaire ..... **M. Failu**
— Maître-Assistant ..... **M. Griess**

Botanique appliquée - Agronomie - Alimentation

## COURS COMPLÉMENTAIRES — CHARGÉS D'ENSEIGNEMENT

Maladies des Poissons ..... MM. **Secondat**
Antibio-Thérapie des Maladies Infectieuses ..... **Monnier**
Questions de Pathologie Générale ..... **Ribaut**
**Sendrail**
Aspect médical des Zoonoses ..... **Armengaud**
Techniques Physiologiques et Recherches Pharmacologiques ..... **Labouche**
Initiation à l'informatique biomédicale ..... **Fernet**
Agronomie ..... **Brisebois**
Mycologie ..... **Morquer**
Les Marchés Internationaux de l'élevage ..... **Blanc**
Organisation de l'Elevage bovin ..... **Sablayrolles**
Responsabilité civile et pénale du Vétérinaire - Inspecteur des denrées alimentaires ..... **Linon**
Rôle Economique des Collectivités locales ..... **Eeckhoutte**

*La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats* (Délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole, en date du 13 juin 1924).

A MES PARENTS

A MA FIANCÉE

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

## MONSIEUR LE PROFESSEUR ROUX

*de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.*

Qui nous a fait l'honneur d'accepter
la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

## MONSIEUR LE PROFESSEUR FALIU

*de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*

Qui nous a toujours accueilli avec bienveillance et nous a éclairé de ses précieux conseils dans la réalisation de ce travail.

Témoignage de notre vive reconnaissance.

## MONSIEUR LE PROFESSEUR TOURNUT

*de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*

Nous sommes heureux d'avoir bénéficié de son enseignement et le remercions d'avoir bien voulu participer à notre jury de thèse.

A MONSIEUR LE MAITRE ASSISTANT GRIESS

*de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*

Que ce travail soit une modeste preuve de notre respectueuse reconnaissance.

A TOUS NOS MAITRES

DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE

DE TOULOUSE

# PLAN

## A) LA LUZERNE DÉSHYDRATÉE.

1. Composition chimique de la farine de luzerne.
   - 1. 1. Taux de protéines.
   - 1. 2. Taux de cellulose.
   - 1. 3. Taux de vitamines.
   - 1. 4. Taux de xanthophylle.
   - 1. 5. Taux d'œstrogènes.
   - 1. 6. Taux de saponine.
   - 1. 7. Facteurs non identifiés :
     - 1. 7. 1. Facteurs non identifiés de croissance.
     - 1. 7. 2. Facteurs non identifiés de fécondité.
     - 1. 7. 3. Facteurs non identifiés divers.

2. Valeur alimentaire de la farine de luzerne déshydratée.
   - 2. 1. Digestibilité.
     - 2. 1. 1. Influence des facteurs internes.
     - 2. 1. 2. Influence des facteurs externes.

2. 1. 3. Conclusions sur les modifications de la digestibilité des fourrages broyés et agglomérés.

2. 2. Utilisation métabolique.

2. 2. 1. Valeur énergétique.

2. 2. 2. Valeur protidique.

2. 2. 3. Valeur vitaminique.

## B) UTILISATION DE LA LUZERNE DÉSHYDRATÉE DANS L'ALIMENTATION DES ANIMAUX DOMESTIQUES.

1. La luzerne déshydratée dans les aliments pour volailles.

1. 1. Apport de cellulose.

1. 2. Apport de vitamines.

1. 2. 1. En vitamine A et en carotène.

1. 2. 2. En vitamine E.

1. 2. 3. En vitamine K.

1. 2. 4. En vitamine du groupe B.

1. 3. Apport de xanthophylle.

2. La luzerne déshydratée dans les aliments pour porcs.

2. 1. Dans les aliments pour truies.

2. 2. Dans les aliments pour porcs à l'engrais.

2. 2. 1. Place de la luzerne dans ces aliments.

2. 2. 2. Influence de la farine de luzerne.

3. La luzerne déshydratée dans les aliments pour bovins.

3. 1. Bovins à l'engrais.

3. 1. 1. Utilisation de la farine de luzerne déshydratée avec des pulpes séchées (expérience de la Marne).

3. 1. 2. Comparaison du foin normal, du foin de luzerne condensé et de luzerne déshydratée associés aux betteraves.

3. 1. 3. Utilisation des céréales associées à la luzerne condensée.

3. 1. 4. Utilisation de rations composées essentiellement de fourrages, luzerne condensée et maïs, fourrage ensilé.

3. 2. La luzerne déshydratée dans l'alimentation des vaches laitières.

3. 2. 1. Etablissement des lots.

3. 2. 2. Durée de l'essai.

3. 2. 3. Contrôles.

3. 2. 4. Résultats.

4. La luzerne déshydratée dans l'alimentation des moutons.

4. 1. Production d'agneaux de 100 jours, avec des granulés de luzerne et des céréales (à la Bergerie de Rambouillet).

4. 1. 1. Premier lot.

4. 1. 2. Deuxième lot.

4. 1. 3. Troisième lot.

C) PATHOLOGIE LIÉE A CE SYSTÈME D'ALIMENTATION.

1. Météorisations.

2. Toxicose aiguë.

2. 1. Facteurs prédisposants.
2. 1. 1. Le parasitisme.
2. 1. 2. Le stress.
2. 1. 3. L'adaptation nutritionnelle.

2. 2. Facteurs déterminants.
2. 2. 1. L'erreur alimentaire.
2. 2. 2. Le facteur accumulation.

2. 3. Symptômes.

2. 4. Lésions.

2. 5. Traitement.

2. 6. Prophylaxie.

3. Toxicose chronique.

3. 1. Symptômes.

3. 2. Pronostic.

3. 3. Traitement.

4. Lésions du rumen.

4. 1. Description.
4. 1. 1. Ruminite aiguë.
4. 1. 2. Ruminite chronique.
4. 1. 3. Agglomération des villosités.
4. 1. 4. Pigmentation anormale du rumen.

4. 2. Circonstances d'apparition.

5. Abcès hépatiques.

6. Néphrites et calculs urinaires.

# INTRODUCTION

« *Les abeilles pillotent deça delà les fleurs, mais elles en font aprez le miel, qui est tout leur; ce n'est plus thym ni marjolaine : ainsi les pièces empruntées d'aultruy...* »

MONTAIGNE.

L'industrie de la déshydratation des fourrages s'est développée considérablement en France, au cours des dernières années. Elle a débuté par la déshydratation de la luzerne pour emploi en alimentation avicole. Plus récemment, la déshydratation des pulpes vient de commencer. Elles viennent remplacer dans l'alimentation des bovins les pulpes sèches.

Des emplois nouveaux pour les produits déshydratés, notamment pour la luzerne à faible taux protéique, commencent à apparaître dans l'alimentation des ruminants.

L'industrie française de la déshydratation mérite de retenir notre attention à un double titre :

— elle occupe la seconde place dans le monde, et la première en Europe;

— elle exporte un tiers de sa production.

Selon les Industries Alimentaires et Agricoles (I.A.A.) [60], la production française est en nette augmentation. Elles donnent des chiffres qui concrétisent cette évolution:

| | |
|---|---|
| 1965 | 182 000 t |
| 1966 | 200 000 t |
| 1967 | 270 000 t |
| 1968 (prévisions) | 340 000 t |

Si la France occupe la seconde place dans le monde, c'est loin derrière les U.S.A. En effet, sa production représente le dixième de celle des Etats-Unis, soit en 1964 150 000 t en France et 1 430 000 t aux U.S.A.

La France et les Etats-Unis considèrent la luzerne déshydratée comme un aliment noble, aux propriétés multiples, qui doit être incorporé dans l'alimentation en petite quantité.

Le Danemark en est venu à considérer la déshydratation simplement comme moyen d'éviter les pertes d'unités fourragères inévitables lorsque l'on fait du foin ou des ensilages. C'est donc un moyen de faire du foin de bonne qualité et de bonne conservation.

Dans cette thèse, nous nous proposons d'étudier dans une première partie la composition et la valeur alimentaire du produit fini. Puis, en connaissant ces données numériques, nous exposerons les principaux emplois de la luzerne déshydratée dans l'alimentation des animaux domestiques. Pour terminer, dans un dernier chapitre, nous envisagerons la pathologie liée à ce système d'alimentation.

# A) LA LUZERNE DÉSHYDRATÉE

## 1. Composition chimique de la farine de luzerne

Le syndicat des déshydrateurs américains a confié au Midwest Research Institute of Kansas City, en 1965, un vaste programme de recherche sur les quatre catégories de luzerne déshydratée commercialisées aux U.S.A. (15 %, 17 %, 20 % et 22 % de protéines) [31].

Nous trouverons dans le tableau ci-après le résultat de ses recherches. Il semble que les chiffres ainsi obtenus à partir d'échantillons américains puissent être transposés sans grand risque d'erreur sur le plan français.

*Analyse de quatre catégories de luzerne déshydratée*

Tableau 1

| | PROTÉINES 15 % | PROTÉINES 17 % | PROTÉINES 20 % | PROTÉINES 22 % |
|---|---|---|---|---|
| *Eléments de base.* (Les chiffres sont donnés en pourcentage.) | | | | |
| Humidité | 6,90 | 6,98 | 6,88 | 7,14 |
| Matière grasse (extraits éthérés) | 2,32 | 3,00 | 3,58 | 3,69 |
| Fibre brute | 26,41 | 24,27 | 20,15 | 18,54 |
| Cendres | 8,40 | 8,96 | 10,34 | 10,32 |
| Extractif non azoté | 40,77 | 38,81 | 38,42 | 37,85 |
| *Constituants minéraux* (Les chiffres sont donnés en partie par million.) | | | | |
| Manganèse | 29 | 29 | 34 | 37 |
| Phosphore | 2 230 | 2 355 | 2 740 | 2 780 |
| Zinc | 20 | 16 | 18 | 20 |
| Cobalt | 0,18 | 0,36 | 0,32 | 0,30 |
| Potassium | 23 300 | 24 900 | 25 200 | 25 100 |
| Cuivre | 10,4 | 9,9 | 10,6 | 11,1 |
| Sélénium | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,54 |
| Fer | 312 | 464 | 405 | 448 |
| Chlore | 4 350 | 4 650 | 5 750 | 5 250 |
| Magnésium | 2 900 | 2 900 | 3 500 | 3 450 |
| Iode | 0,12 | 0,15 | 0,14 | 0,20 |
| Sodium | 700 | 860 | 855 | 1 105 |
| Calcium | 12 300 | 13 300 | 15 150 | 14 800 |

| | PROTÉINES 15 % | PROTÉINES 17 % | PROTÉINES 20 % | PROTÉINES 22 % |
|---|---|---|---|---|
| *Vitamines.* (En unités internationales par kg.) | | | | |
| Vitamine A. . . . . | 270 289 | 268 970 | 360 956 | 421 003 |
| (En partie par million.) | | | | |
| B carotène. . . . . | 102,0 | 161,2 | 216,4 | 252,5 |
| Xanthophylle (sans activité vitaminique). . . | 175,0 | 257,0 | 328,0 | 401,0 |
| Riboflavine (vit. $B_2$) . . . . . | 10,6 | 12,31 | 15,5 | 17,4 |
| Niacine (vit. PP) . . . . . | 41,9 | 45,82 | 54,7 | 58,8 |
| Choline. . . . . | 1 550,0 | 4 518,0 | 1 618,0 | 1 853,0 |
| Acide pantothénique. . . . | 20,91 | 30,0 | 32,8 | 33,0 |
| Vitamine E (α tocophérol) | 98,0 | 128,0 | 147,0 | 151,0 |
| Acide folique. . . . . | 54 | 2,1 | 2,67 | 3,0 |
| Bétaïne. . . . . | 4 670,0 | 4 806,0 | 5 598,0 | 5 434,0 |
| Pyridoxine (vit. $B_6$) . . . . . | 6,5 | 6,3 | 7,9 | 7,8 |
| Vitamine K. . . . . | 9,9 | 8,7 | 14,7 | 8,5 |
| Thiamine. . . . . | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 4,2 |
| *Acides aminés :* Les chiffres sont donnés en pourcentage. | | | | |
| Thréonine. . . . . | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Tryptophane. . . . . | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Méthionine. . . . . | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Arginine. . . . . | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,0 |
| Glycine. . . . . | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| Histidine. . . . . | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| Isoleucine. . . . . | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| Lysine. . . . . | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Leucine. . . . . | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 |
| Phénylalanine. . . . . | 0,8 | 0,8 | 1,1 | 1,2 |
| Tyrosine. . . . . | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,8 |
| Acide aspartique. . . . . | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,3 |
| Acide glutamique. . . . . | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 |
| Proline. . . . . | 1,5 | 1,7 | 2,1 | 2,3 |
| Sérine. . . . . | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| Valine. . . . . | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 0,9 |
| Azote correspondant. Tryptophane exclu. . . . | 65,6 | 66,2 | 65,9 | 69,3 |

Il faut remarquer que la bétaïne figure dans ce tableau bien qu'elle ne soit pas une vitamine. Elle économise la choline. C'est un facteur lipotrope, ce qui permet à cette

dernière d'être disponible en plus grande quantité pour jouer un rôle vitaminique.

A la suite de cette remarque, nous pouvons commenter les différents taux de protéines, de cellulose, de vitamines, de xanthophylle, d'œstrogène, de saponine et de facteurs non identifiés.

### 1. 1. *Taux de protéines*

Sur le marché, nous définissons plus souvent la luzerne déshydratée par son taux de protéines. La qualité courante est voisine de 17 %, les taux de 15 et 16 % sont bas, tandis que ceux de 20 et 22 % correspondent à un produit de très bonne qualité.

### 1. 2. *Taux de cellulose*

La teneur en cellulose varie en sens contraire de la teneur en protéines et en vitamines. Nous voyons dans le tableau 1 que pour 15 % de protéines le pourcentage de cellulose brute est de 26,41 % et qu'il tombe à 18,50 % pour 22 % de protéines. D'ailleurs cette teneur élevée en cellulose est un handicap au développement de l'emploi de la luzerne déshydratée dans les aliments pour volailles et porcs. Cependant, les ruminants l'utilisent très bien, d'où l'idée de réserver les qualités à forte teneur en cellulose à ces animaux.

### 1. 3. *Taux de vitamines*

Le taux de protéines et la quantité de vitamines varient dans le même sens. Ainsi, nous avons retenu le taux de protéines comme critère de qualité. Aussitôt après la déshydratation, cette constatation est juste. Ensuite, au cours du stockage, nous avons une déperdition des vitamines. Cette perte varie avec les conditions de stockage.

Si le produit fini est conservé sous gaz inerte ou avec un antioxydant, les pertes sont diminuées [156].

En raison de cette déperdition en vitamines, nous caractérisons de plus en plus le produit déshydraté par sa teneur en carotène, source de vitamine A et par sa teneur en protéines.

La luzerne déshydratée n'est pas simplement une source de carotène, sans quoi son avenir serait bien sombre. A l'heure actuelle, la vitamine A se fabrique d'une façon industrielle. La luzerne déshydratée renferme plusieurs autres vitamines intéressantes. Ainsi, elle peut rivaliser avec la vitamine A synthétique. En particulier, elle renferme de la vitamine K, de la vitamine E et des vitamines du groupe B. L'utilisation de la luzerne déshydratée peut présenter pour les fabricants d'aliments du bétail une simplification en évitant des dosages de vitamines et des mélanges souvent délicats.

### 1. 4. *Taux de xanthophylle*

La teneur en xanthophylle varie dans le même sens que la teneur en protéines et en carotène. Elle diminue en cours de stockage. La luzerne déshydratée est aussi achetée pour sa teneur en xanthophylle. Dans l'alimentation des volailles, cet élément contribue à donner des œufs à jaune foncé ainsi qu'à colorer la chair des poulets [21].

### 1. 5. *Taux d'œstrogènes*

Pour des raisons d'hygiène publique, l'emploi des œstrogènes est interdit en France. Le décret du 11 août 1965 [76] vient de renforcer cette interdiction. La présence d'œstrogènes naturels dans la luzerne revêt donc en France une importance plus grande qu'elle ne peut revêtir dans un pays comme les U.S.A. L'œstrogène

contenu dans la luzerne est appelé le coumoestrol. D'ailleurs il fait l'objet d'une bibliographie très importante. Le taux de coumoestrol se situe en moyenne aux environs de 60 mg/kg de produit sec.

Ferrando et Ratsimamanga, en 1960, signalent des valeurs équivalentes et attribuent à ces œstrogènes des propriétés diverses : engraissement, lactation, stérilité... [89].

Il s'accroît légèrement de la première à la troisième coupe. Les variations sont importantes d'une région à l'autre. La teneur en coumoestrol peut passer de 5 à 150 mg par kilogramme.

Beeson W.N. et Lynn, en 1964 [21], indiquent l'efficacité des pellets de luzerne déshydratée comme aliment complémentaire pour l'engraissement des bovins en fonction de leur teneur en coumoestrol. Pour eux, les taurillons recevant des pellets à forte teneur en coumoestrol (500 ppm) ont eu des gains de poids inférieurs de 4 % et ont eu besoin de 8 % de nourriture en plus par unité de gain. Ces résultats sont obtenus par rapport aux taurillons recevant des pellets de luzerne déshydratée à faible teneur en coumoestrol (50 ppm). De plus, nous remarquons que ni l'administration de stilboestrol, ni la teneur de la luzerne déshydratée n'ont affecté de façon significative la qualité des carcasses. L'administration de ces œstrogènes amène à réfléchir sur leur devenir dans l'organisme des animaux. A la suite d'analyses de foie et de reins de taurillons recevant de fortes ou de faibles quantités de coumoestrol (10 mg de stilboestrol par voie buccale, 36 mg d'implant ou ces deux derniers traitements à la fois) il n'a pas été détecté de résidus d'œstrogène. L'existence de cet œstrogène naturel dans la luzerne rend en élevage bovin cet aliment difficilement comparable

aux autres. Ses effets en matière de croît des animaux ne correspondent pas à sa valeur en unités fourragères telle qu'elle est couramment calculée.

### 1. 6. *Taux de saponine*

La saponine est considérée en général comme un facteur limitant. Dans l'utilisation traditionnelle pour les volailles et les porcs cet élément n'a pas une grande importance car la luzerne déshydratée représente seulement un faible pourcentage de la ration. En élevage bovin cela est différent. Des travaux américains montrent que les variations du taux de saponine sont faibles d'un champ à l'autre. Le taux de saponine augmente avec l'élévation de la teneur en protéines et varie en sens inverse du rendement à l'hectare et de la teneur en cellulose. Il s'établit entre 2,1 et 2,9 %.

### 1. 7. *Facteurs non identifiés*

La luzerne déshydratée contient un certain nombre de facteurs dont on a décelé l'existence par leurs effets en nutrition animale : gain de poids plus élevé; meilleure santé du bétail, mais dont la nature exacte n'a jusqu'à présent pas pu être déterminée. De très nombreux travaux ont été réalisés à ce sujet. Le syndicat des déshydrateurs américains a donné des noms de fantaisie à ces facteurs supposés. Il s'agit de :

— U.G.F.: Unidentified Growth Factor, soit un facteur de croissance;
— U.R.F.: Unidentified Reproductive Factor, soit un facteur de fécondité;
— U.H.F.: Unidentified Health Factor, soit un facteur de santé;
— A.A.F.: Animal Appeal Factor, soit un facteur d'appétence.

De très nombreux travaux ont cherché à identifier ces facteurs. Parmi ces travaux il faut citer l'intéressante revue qu'en a fait KOHLER (O.) [148].

1. 7. 1. *Facteurs non identifiés de croissance.*

Le facteur de croissance pour rats, cobayes et lapins contenu dans le jus d'herbe est un facteur soluble dans l'eau. Il est différent de toutes les vitamines identifiées. Un certain nombre de ses propriétés chimiques ont été établies. Les symptômes de carence chez les rats et les cobayes sont essentiellement un faible croît, une activité réduite et un pelage terne.

Ce facteur non identifié se trouve dans le lait des vaches qui vont au pré. Le lait d'hiver en est pauvre surtout si les animaux sont nourris avec du foin ou de l'ensilage de mauvaise qualité. Le foin séché sous vide est une bonne source de ce facteur non identifié.

Un autre facteur non identifié soluble dans l'eau a été reconnu nécessaire à la croissance des poulets, des dindes et des oies. Ses propriétés sont semblables à celles du précédent dans la plupart des cas. Toutefois, il a pu être déterminé qu'il était en grande partie détruit par l'opération de déshydratation, tandis que, dans le foin séché au soleil, il conservait toute son activité. Le mode de conservation le plus efficace est la conservation sous forme de jus.

Plusieurs séries de travaux ont montré que la luzerne déshydratée contient un facteur de croissance visible sur le porc [148].

Le tableau 2 ci-après résume les résultats des travaux effectués par SEERLY R.W. et WAHLSTROM R.C. [231].

*Résultat d'une alimentation pour porcs avec des taux différents de farine de luzerne déshydratée*

TABLEAU 2

| LOT | 1 | 2 | 3 | 4 | FARINE | PELLET |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Taux de luzerne déshydratée | 0 | 2,5 % | 5,0 % | 10 % | | |
| Nombre de porcs | 24 | 23 | 24 | 24 | 47 | 48 |
| Poids moyen initial en livres | 37,0<br>(16,8) | 37,1<br>(16,8) | 37,0<br>(16,8) | 37,0<br>(16,8) | 37,2<br>(16,8) | 36,9<br>(16,8) |
| Poids moyen final en livres | 205,5<br>(93,2) | 204,8<br>(92,9) | 204,5<br>(92,7) | 205,2<br>(93,1) | 205,0<br>(92,9) | 204,9<br>(92,9) |
| Gain journalier moyen en livres : | | | | | | |
| — jusqu'à 110 livres (49,9) | 1,47<br>(0,67) | 1,53<br>(0,69) | 1,54<br>(0,70) | 1,38<br>(0,63) | 1,45<br>(0,66) | 1,51<br>(0,68) |
| — de 110 à 205 livres (49,9) (92,9) | 1,77<br>(0,80) | 1,78<br>(0,81) | 1,86<br>(0,84) | 1,66<br>(0,75) | 1,71<br>(0,78) | 1,83<br>(0,83) |
| — jusqu'à 205 livres (92,9) | 1,62<br>(0,73) | 1,65<br>(0,75) | 1,69<br>(0,77) | 1,53<br>(0,70) | 1,58<br>(0,72) | 1,66<br>(0,75) |
| Nourriture journalière moyenne en livres. | 4,86<br>(2,20) | 4,94<br>(2,24) | 5,12<br>(2,32) | 4,81<br>(2,18) | 4,96<br>(2,25) | 4,90<br>(2,23) |
| Nourriture moyenne pour un gain de 100 livres en livres (45,36) | 300<br>136 | 300<br>136 | 303<br>137 | 315<br>142 | 314<br>142 | 294<br>133 |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

1. 7. 2. *Facteurs non identifiés de fécondité.*

Des études sur les volailles ont montré que la luzerne contient des facteurs non identifiés qui augmentent la production d'œufs et leur taux d'éclosion [148].

Hogan et ses collaborateurs ont prouvé que le fourrage vert contient des éléments nutritifs qui sont essentiels pour obtenir une reproduction normale des porcs [148].

Avant l'utilisation industrielle d'une supplémentation vitaminique dans les rations pour truies, l'incorporation de luzerne déshydratée dans les aliments pour truies gestantes et en lactation nourries à sec améliorerait l'importance de la portée et le nombre de porcelets survivants. C'est l'avis de ces auteurs: Freemann en 1938 [96], Hogan and Johnson en 1944 [121], Cunha et al. en 1944 [74], Fairbanks et al. en 1945 [88].

Teague, en 1955 [244], trouva que l'addition de luzerne séchée au soleil à une ration d'aliments pour truies gestantes nourries à sec, comparée à une ration d'aliments complémentée par des vitamines, accroissait le nombre de porcelets vivants à la naissance, et le pourcentage de porcelets arrivant au sevrage. Teague émit l'idée que la luzerne fournissait des facteurs influençant favorablement le taux d'ovulation et la survie des porcelets à la naissance.

En 1958, une expérience fut tentée dans l'Université de l'Etat du Dakota du Sud, pour déterminer la quantité de luzerne déshydratée qu'il faudrait mettre dans les rations pour truies. Seule la ration avec 10 % de luzerne déshydratée augmente le nombre de porcelets et leur poids [232].

Seerly R.W. et Wahlstrom R.C., dans une étude faite sur les porcs, montrent les résultats suivants [231].

La farine de luzerne apparaît avoir un effet bénéfique définitif sur les performances reproductrices des truies entretenues continuellement en loge cimentée. Les résultats actuels indiquent que le taux de 10 % de farine de luzerne pouvait avoir une influence sur la conception, l'ovulation, l'importance des portées et le poids à la naissance. Trois tableaux résument leurs travaux.

*Composition des rations*

TABLEAU 3

| LOT | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Taux de luzerne (%) | 0 | 2,5 % | 5,0 % | 10,0 % |
| | Gestation | | | |
| Maïs jaune moulu | 42,5 | 41,5 | 40,5 | 38,4 |
| Avoine moulue | 42,5 | 41,5 | 40,5 | 38,4 |
| Farine de soja | 9,9 | 9,6 | 9,3 | 8,7 |
| Contenance | 3,3 | 3,2 | 3,1 | 2,9 |
| Farine de luzerne déshydratée | .. | 2,5 | 5,0 | 10,0 |
| Phosphate dicalcique | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| Chaux | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| Minéraux | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Supplément en vitamines et antibiotiques | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | Lactation | | | |
| Maïs jaune moulu | 67,0 | 65,2 | 63,6 | 60,4 |
| Avoine moulue | 16,75 | 16,3 | 15,9 | 15,1 |
| Farine de soja | 5,75 | 5,65 | 5,45 | 5,0 |
| Contenance | 5,75 | 5,65 | 5,45 | 5,0 |
| Tourteau de lin | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Farine de luzerne déshydratée | .. | 2,5 | 5,0 | 10,0 |
| Minéraux | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Supplément en vitamines et antibiotiques | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

## *Farine de luzerne déshydratée pour truies*

### Tableau 4

| LOT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pourcentage de farine de luzerne | 0 | 0 | 2,5 | 2,5 | 5,0 | 5,0 | 10,0 | 10,0 |
| Pourcentage de protéine brute | 15 | 19 | 15 | 19 | 15 | 19 | 15 | 15 |
| Nombre de truies accouchées | 6 | 6 | 5 | 3 | 5 | 6 | 5 | 3 |
| Importance moyenne de la portée à la naissance | 8,17 | 10,17 | 6,60 | 9,00 | 10,60 | 8,67 | 9,25 | 10,00 |
| Poids moyen à la naissance en livres | 2,77 (1,260) | 2,57 (1,170) | 3,00 (1,360) | 2,47 (1,120) | 2,56 (1,160) | 2,91 (1,320) | 2,71 (1,230) | 2,93 (1,330) |
| Importance moyenne de la portée à 42 jours | 6,50 | 8,33 | 6,40 | 6,33 | 8,20 | 5,67 | 7,60 | 2,67 |
| Poids moyen des porcelets à 42 jours | 22,3 (10,10) | 18,6 (8,40) | 23,3 (10,60) | 24,9 (11,30) | 20,5 (9,30) | 23,9 (10,90) | 19,4 (8,80) | 22,0 (10,0) |
| Nombre de porcelets morts-nés | 10 | 2 | 0 | 11 | 4 | 0 | 5 | 0 |
| Nombre de truies abattues 25 jours après la conception | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Nombre moyen de corps jaunes | 10 | 13,6 | 12,6 | 13,0 | 12,6 | 15,6 | 13,6 | 12,6 |
| Nombre moyen de fœtus | 9 | 12,6 | 10,6 | 11,6 | 9,3 | 13,0 | 13,0 | 10,3 |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

*Résumé des données combinées du taux de luzerne et du niveau de protéines* (moyenne de deux portées)

TABLEAU 5

| NUMÉRO DE LOT | 1 et 2 | 3 et 4 | 5 et 6 | 7 et 8 | 1 et 3 5 et 7 | 2 et 4 6 et 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pourcentage de luzerne | 0 | 2,5 | 5,0 | 10,0 | — | — |
| Pourcentage de protéine brute | | | | | 14 | 18 |
| Nombre de truies accouchant | 12 | 8 | 11 | 8 | 21 | 18 |
| Importance moyenne de la portée à la naissance | 9,17 | 7,50 | 9,55 | 9,50 | 8,62 | 9,44 |
| Poids moyen à la naissance en livres | 2,66 (1,20) | 2,76 (1,25) | 2,73 (1,24) | 2,80 (1,27) | 2,73 (1,24) | 2,72 (1,23) |
| Importance moyenne de la portée à 42 jours | 7,42 | 6,37 | 6,82 | 8,00 | 7,14 | 7,17 |
| Poids moyen en livres à 42 jours | 20,2 (9,16) | 23,9 (10,41) | 22,0 (9,98) | 20,5 (9,30) | 21,4 (9,70) | 21,6 (9,80) |
| Nombre de porcelets morts-nés | 12 | 11 | 4 | 5 | 19 | 13 |
| Nombre de truies abattues 25 jours après la conception | 6 | 6 | 6 | 6 | 12 | 12 |
| Nombre moyen de corps jaunes | 11,8 | 12,8 | 14,1 | 13,1 | 12,2 | 13,7 |
| Nombre moyen de fœtus | 10,8 | 11,1 | 12,2 | 11,6 | 10,5 | 11,6 |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

1. 7. 3. *Facteurs non identifiés divers.*

Nous avons mis en évidence l'existence d'un facteur non identifié qui empêche le développement des ulcères de l'estomac et du duodénum des cobayes.

Au cours de travaux visant à trouver un antimétabolite pour l'acide ascorbique, il a été découvert qu'en administrant à une souris de l'acide glucoascorbique, il apparaissait des troubles analogues au scorbut. Très curieusement, la toxicité de l'acide glucoascorbique n'était pas annulée par l'acide ascorbique. En donnant de l'herbe déshydratée par contre, ces troubles disparaissaient.

Une autre carence, en un facteur non identifié, a été mise en évidence par administration à des rats des produits agissant sur la thyroïde, la farine de luzerne est une excellente source de ce facteur.

Dans la plupart des expériences ci-dessus mentionnées, les facteurs non identifiés se sont comportés comme des éléments organiques, c'est-à-dire qu'ils sont détruits lorsque le produit est réduit à l'état de cendres.

Par contre, des travaux concernant la digestion cellulosique par les microorganismes du rumen ont démontré que les facteurs non identifiés contenus dans la luzerne et qui stimulent la digestion cellulosique sont de nature inorganique. En effet, la cendre de luzerne renferme un élément minéral ou un groupe d'éléments minéraux non identifiés mais biologiquement actifs dans ce domaine. S'il fallait conclure sur les facteurs non identifiés, il est vraisemblable que quelques-uns des différents effets ainsi constatés seraient attribués en définitive à un même élément.

En l'état actuel des recherches, il semble qu'il existe en réalité quatre facteurs différents au moins.

## 2. Valeur alimentaire de la farine de luzerne déshydratée

La déshydratation conduit à l'obtention d'un produit à 92 % de matière sèche. La valeur alimentaire de celui-ci est directement liée à celle du fourrage vert soumis au séchage. Nous avons retenu des analyses moyennes, puisqu'il s'agit d'une luzerne déshydratée à 16 % de protéines pour le Bureau de la Nutrition Animale (B.N.A.) et d'une luzerne à 17,5 % de protéines pour la composition de Morrison. Des qualités supérieures à 20 % de protéines sont commercialisées d'une manière courante pour leur incorporation dans les aliments de volailles. Par contre, les qualités moyennes nous paraissent surtout destinées à l'élevage bovin. Les ruminants sont susceptibles de mieux les valoriser.

### 2. 1. *Digestibilité*

« La digestibilité d'un aliment est la propriété que possèdent ses divers constituants d'être utilisés, digérés, en plus ou moins grande proportion, par l'appareil digestif. La différence entre les ingesta et les excreta représente en gros la portion digestible » [90].

#### 2. 1. 1. *Influence des facteurs internes.*

La digestibilité est influencée par des facteurs internes: espèce animale, race, âge, l'individu.

La luzerne déshydratée présente des taux de cellulose qui varient avec la qualité de luzerne. Elle varie de 18,5 % à 26,41 %. Cette cellulose est très bien digérée par les polygastriques, mais elle l'est beaucoup moins par les monogastriques. Pour cela, H.C. Schoeffer [226],

Secrétaire du Conseil de la Recherche de la luzerne aux U.S.A., suggère d'employer les divers types de farines, ainsi :

1° *Farine à 15 % de protéines :*

— entretien des bovins, ovins et truies;

— rations complètes pour chevaux.

2° *Farine à 17 % de protéines :*

— aliments composés pour pondeuses;

— aliments composés, finition pour poulets de chair;

— aliments composés pour reproducteurs;

— aliments démarrage veaux.

3° *Farines à 20 et 22 % de protéines :*

— aliments de démarrage pour poussins;

— aliments composés de poule (si l'on désire des jaunes d'œufs très foncés).

2. 1. 2. *Influence des facteurs externes.*

La digestibilité est aussi influencée par des facteurs externes : présentation physique des aliments, quantité absorbée, qualité, etc.

La luzerne déshydratée se présente généralement sous deux formes :

— soit en farine;

— soit sous forme de pellets, c'est-à-dire de farine finement broyée et agglomérée en petits « bouchons » de forme cylindrique ou cubique.

La mise en pellets tend à se généraliser car, sous cette forme, le produit est beaucoup plus facile à stocker, à manipuler et à transporter.

Mis à part ces avantages, toutefois, la forme physique du produit (farine ou pellets) n'a pas d'effet sur sa valeur nutritive dans les utilisations traditionnelles (aliments pour volailles ou porcs), dans la mesure où les pellets sont rebroyés au moment de la fabrication de l'aliment. Il n'en est pas de même pour les ruminants. Les effets de la granulation des aliments furent surtout étudiés pour le foin. Cependant, il est bon de les rappeler dans cet ouvrage.

2. 1. 2. 1. *Chez la vache laitière.*

En ce qui concerne les vaches laitières de très nombreuses études sont réalisées sur l'utilisation des aliments broyés et agglomérés.

Moore en 1964 [178], Minson en 1961 [181] : pour ces deux auteurs, le foin était le seul aliment offert.

Ronning et al. en 1959 [222], Keith et al. en 1961 [142] : pour eux, le foin était accompagné d'un aliment concentré.

Putnam et Davis en 1961 [207], Brooks et al. en 1962 [37], Moody en 1962 [177], puis récemment Journet et Jarrige [138] font le point : la mise en granulés d'une ration composée uniquement de foin entraîne un accroissement de l'absorption de matière sèche et une augmentation de la production du lait. Nous constatons chez les vaches nourries avec des fourrages broyés ou en pellets un abaissement du taux butyreux, dû probablement à une proportion différente d'acétate et de propionate dans le rumen. Il en résulte aussi un gain de poids de l'animal.

2. 1. 2. 2. *Chez le bovin en croissance ou à l'engrais.*

Des travaux analogues furent entrepris pour connaître les effets du broyage et de l'agglomération.

O'Mary en 1961 [195], Welb et al. en 1957 [256] et 1959 [257], Newmann et al., 1959 [186], Cmarick et al., 1957 [58] et 1960 [57], Croskey Mc, 1958 [69], 1959 [70], 1960 [71] et 1961 [72], Weir et al., 1959 [271], Meyer et al., 1959 [171] et 1960 [180], Garett et al., 1961 [101], Beardsley et al., 1959 [17], Cullison en 1961 [73], Wallace et al. en 1961 [255].

Un peu plus tard, en 1964, lors d'un symposium sur les fourrages, Beardsley [16] donne les précisions suivantes : S'il est pris comme critère les performances des animaux qui le consomment, il apparaît que le broyage et la condensation en « pellets » les améliorent. Cette amélioration est due en grande partie à l'augmentation de la quantité de nourriture ingérée.

En broyant et en agglomérant en pellets un fourrage ordinaire, la consommation alimentaire est augmentée de 25 %, le gain de poids journalier de 100 % et le taux de conversion alimentaire de 35 %.

2. 1. 2. 3. *Chez le mouton.*

De très nombreux auteurs ont également comparé dans l'engraissement des agneaux des rations sous forme normale et des rations sous forme agglomérée : Weir en 1959 [271], Meyer et al. en 1959 [171] et 1960 [180], Grieve et al. en 1963 [109], Nicholson et Cunningham en 1964 [187]. Ces auteurs comparent seulement des rations composées de foin.

Thomson et al. en 1957 [245], Weir et al. en 1959 [271], Hopkins et al., 1960 [123], Butcher et Raleigh en 1962 [42], Wood et Rhodes en 1962 [264], Johnson et al. en 1964 [134], Nicholson et Cunningham en 1964 [187] étudient une ration complétée par un aliment concentré.

*Influence du stade de végétation et du mode de récolte de consommation de fourrages par les moutons du de la luzerne sur la consommation et l'augmentation fait de la mise en granules* (MEYER et al., 1960 [180]).

TABLEAU 6

| STADE DE VÉGÉTATION A LA RÉCOLTE | 3 % de fleurs | | 34 % de fleurs | | 96 % de fleurs | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DÉSHYDRATATION ARTIFICIELLE | | | | | |
| Forme de présentation | haché | granulé | haché | granulé | haché | granulé |
| Consommation par tête et par jour en livres | 3,6 (1,6) | 3,2 (1,8) | 3,9 (1,45) | 3,9 (1,8) | 3,0 (1,4) | 3,8 (1,7) |
| Indice relatif au niveau de consommation à chaque stade | 100 | 108 | 100 | 122 | 100 | 127 |
| | FANAGE SUR LE CHAMP | | | | | |
| Consommation par tête et par jour en livres | 2,8 (1,3) | 3,5 (1,6) | 2,4 (1,1) | 3,4 (1,5) | 2,1 (1,0) | 4,1 (1,9) |
| Indice relatif au niveau de consommation à chaque stade | 100 | 125 | 100 | 141 | 100 | 191 |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

Comme pour les bovins, ces auteurs concluent que la granulation augmente la quantité d'aliments ingérés par les moutons. Il y a aussi une amélioration du gain de poids et de l'efficacité alimentaire.

2. 1. 3. *Conclusions sur les modifications de la digestibilité des fourrages broyés et agglomérés.*

En fait, la digestibilité du foin est modifiée. Le broyage diminue en général la digestibilité du foin (Minson, 1962 [181]) et ceci pour deux raisons :

— d'une part, par l'accélération du transit digestif consécutif à l'augmentation des quantités ingérées. Les foins broyés ou condensés subissent moins longtemps l'attaque des microorganismes du rumen et même des enzymes intestinaux;

— d'autre part, par passage rapide d'une partie des foins broyés ou condensés doit transiter dans le tube digestif sans séjour dans le rumen (Demarquilly, Journet, Boisseau) [179]. Une partie échappe donc à l'attaque microbienne.

Demarquilly, en 1968 [78 *bis*], montre qu'un fourrage contenant plus de 50 % de particules de tailles supérieures à 1,25 mm est suffisant pour ne pas observer une diminution de la digestibilité de la matière organique. On ignore encore quel doit être le pourcentage minimum de particules grossières que doit conserver le fourrage après son conditionnement, quel diamètre de grille de broyeur et quel type de presse à filière permet de l'obtenir.

La digestibilité des foins broyés ou condensés peut donc diminuer, mais de façon différente, selon certains facteurs.

2. 1. 3. 1. *Le niveau d'ingestion*, le transit digestif résultant essentiellement de l'augmentation des quantités ingérées. Proportionnellement, la digestibilité diminue

moins que le temps de séjour dans le tube digestif. Les foins broyés ou condensés offrent une surface d'attaque aux microorganismes du rumen plus importante que les foins hachés. Cette augmentation de la vitesse de digestion est montrée par MEYER et al. en 1959 [171], et JOURNET et DEMARQUILLY en 1967 [137].

2. 1. 3. 2. *La nature des constituants du fourrage.* La digestibilité des constituants entièrement digestibles (glucides solubles) n'est pas affectée car leur digestion doit être extrêmement rapide. La digestibilité des matières azotées ne varie pas beaucoup quand on tient compte des variations de la teneur en matières azotées entre les différentes formes de présentation. Elle ne semble diminuer que lorsque la digestibilité de la matière organique diminue beaucoup. Ce sont les constituants membranaires, la cellulose en particulier dont la digestibilité diminue le plus: la raison en est que ses constituants sont dégradés lentement et sont digérés essentiellement dans le rumen (DEMARQUILLY, JOURNET et BOISSEAU [79]).

2. 1. 3. 3. *La nature du fourrage.* La digestibilité des foins broyés ou condensés de luzerne diminue beaucoup moins que le foin broyé et condensé de graminées. La digestibilité des foins de luzerne semble dépendre essentiellement de leur vitesse de transit.

Ces conclusions paraissent uniformément favorables à la consommation par les bovins d'un fourrage broyé et mis en pellets et, au demeurant, dans la plupart des expériences d'utilisation de luzerne en élevage bovin qui sont venues à notre connaissance, le produit a été utilisé sous forme de pellets.

Il faut toutefois signaler que le fourrage déshydraté peut se présenter sous forme de wafer. Le wafer est un gateau de foin de dimensions variables obtenu par pres-

sage d'un foin long ou le plus souvent haché. Il est utilisé au Danemark.

### 2. 2. *Utilisation métabolique*

#### 2. 2. 1. *Valeur énergétique.*

Nous mentionnerons, dans le but de garder un élément de référence simple, la valeur en unité fourragère, malgré la tendance actuelle d'exprimer l'énergie en calories.

Les tables de LEROY donnent en unité fourragère une valeur moyenne de 0,55 U.F./kg, soit un équivalent fourrager voisin de 1,8. Les résultats des essais poursuivis sur jeunes bovins dans la Marne amènent en fait à attribuer une valeur énergique supérieure à celle-ci. BERANGER [24], en 1965, la situe entre 0,6 et 0,65 U.F./kg.

Pour répondre à la nouvelle tendance d'expression de l'énergie, nous citons les chiffres donnés par MORRISON. L'énergie productive suivant les valeurs de FRAPS (employées dans l'alimentation volailles) atteint 690 calories par kilogramme.

#### 2. 2. 2. *Valeur protidique.*

Elle est exprimée en pourcentages de protéines, cette quantité de protéines étant elle-même calculée à partir de la teneur en azote (multipliée par 6,25).

La teneur en protéines varie avec la technique de déshydratation employée et avec la composition de la matière première. La composition de cette dernière varie également avec :

— les conditions climatiques;

— la croissance de la plante (le taux est plus élevé en début qu'en fin de croissance);

— de la coupe (la première et la troisième coupe sont les meilleures) ;

— de l'âge de la luzernière.

Pour obtenir des qualités uniformes, les industriels doivent faire des mélanges après déshydratation.

Les valeurs de protéines varient de 15 à 22 %, la technologie a précisément situé l'un de ses objectifs dans l'élévation de ce taux de protéines. Ainsi par blutage on a essayé d'améliorer le taux de protéines [149]. On a réussi à obtenir des teneurs de 28 %. On a même essayé d'apporter de l'urée à la luzerne déshydratée, ce qui a donné naissance au « Purdue 64 » puis au « Purdue 65 » (Beeson [21]). Ainsi, l'adjonction de 7 % d'urée remonte le taux d'azote à 35,40 %.

*Composition du « Purdue 64 »*

Tableau 7

| CONSTITUANTS | % | en livres | % en kg |
|---|---|---|---|
| Luzerne déshydratée | 36 | 360 | 360 |
| Mélasse de canne à sucre | 28 | 280 | 280 |
| Urée | 22 | 221 | 221 |
| Farine d'os | 12 | 104 | 104 |
| Sels iodés | 2 | 35 | 35 |
| Microéléments : 4 g<br>Oxyde de zinc : 1,250 g<br>Vitamine A 20 millions d'U.I. | | | |

Cet aliment est destiné aux bovins soumis à un engraissement intensif.

Cette notion globale de protéines prend des aspects différents suivant l'animal utilisateur. Les monogastriques n'utilisent pas la matière azotée non protidique, tandis

que les polygastriques transforment une part importante de cet azote non protidique par l'intermédiaire de la flore microbienne du rumen.

D'autre part, la notion de facteurs limitants oblige à porter une grande attention à la composition et aux rapports relatifs des différents acides aminés chez les monogastriques et en particulier chez les volailles. En raison des matières premières utilisées habituellement dans l'alimentation des volailles, cinq acides aminés (parmi les dix essentiels) ont été caractérisés de critiques car ils risquent de se trouver en quantité insuffisante. Ce sont l'arginine, la cystine, la lysine, la méthionine et le tryptophane.

Une certaine substitution est cependant possible entre certains d'entre eux, elle est l'origine des couples méthionine-cystine, thyrosine-phénylalanine.

Ainsi la méthionine, bien qu'indispensable, peut être en partie synthétisée à partir de la cystine. La transformation inverse reste cependant meilleure. Ceci est particulièrement important dans le cas de la luzerne déshydratée qui, ne possédant que de faibles quantités de ces deux éléments, devra être corrigée par des apports en acides aminés et en particulier de méthionine. Celle-ci constitue le facteur limitant de ce produit.

Morrisson donne un coefficient de digestibilité des protéines d'environ 75 %.

2. 2. 3. *Valeur vitaminique.*

Il est nécessaire de rappeler, dans un tableau, les taux de vitamines que l'on peut trouver si l'on analyse des échantillons de luzerne de qualité courante [148].

TABLEAU 8

| | | |
|---|---|---|
| Vitamine A U.I. | 150 000/livre | 330 690 /kg |
| Vitamine K. | 35 mg/livre | 77,16 mg/kg |
| Vitamine E. | 110 mg/livre | 242,5 mg/k |
| Vitamine $B_6$ (riboflavine) | 7 mg/livre | 15,4 mg/kg |
| Vitamine PP (niacine) | 18 mg/livre | 39,7 mg/kg |
| Acide pantothénique. | 16 mg/livre | 35,3 mg/kg |
| Acide folique. | 4 mg/livre | 8,8 mg/kg |
| Thiamine. | 5 mg/livre | 11,02 mg/kg |
| Pyridoxine. | 6 mg/livre | 13,2 mg/kg |
| Zcode ascorbique. | 700 mg/livre | 1 543,2 mg/kg |
| Choline. | 500 mg/livre | 1 102 mg/kg |
| Inositol. | 950 mg/livre | 2 094 mg/kg |
| Vitamine $B_{12}$. | 20 mg/livre | 44,09 mg/kg |
| Biotine. | 150 mg/livre | 330,68 mg/kg |

Les nombres de la 2e colonne correspondent à la conversion en kg.

TABLEAU 9 [31]

| | PROTÉINES 15 % | PROTÉINES 17 % | PROTÉINES 20 % | PROTÉINES 22 % |
|---|---|---|---|---|
| *Vitamines.* (en unités internationales par kg) | | | | |
| Vitamine A. | 270 289 | 268 970 | 360 956 | 421 003 |
| (en partie par million) | | | | |
| B carotène. | 102,0 | 161,2 | 216,4 | 252,5 |
| Xanthophylle (sans activité vitaminique). | 175,0 | 257,0 | 328,0 | 401,0 |
| Riboflavine (vit. $B_2$) | 10,6 | 12,31 | 15,5 | 17,4 |
| Niacine (vit. PP) | 41,9 | 45,82 | 54,7 | 58,8 |
| Choline. | 1 550,0 | 4 518,0 | 1 618,0 | 1 853,0 |
| Acide pantothénique. | 20,91 | 30,0 | 32,8 | 33,0 |
| Vitamine E (α tocophérol) | 98,0 | 128,0 | 147,0 | 151,0 |
| Acide folique. | 1,54 | 2,1 | 2,67 | 3,0 |
| Bétaïne. | 4 670,0 | 4 806,0 | 5 598,0 | 5 434,0 |
| Pyridoxine (vit. $B_6$) | 6,5 | 6,3 | 7,9 | 7,8 |
| Vitamine K. | 9,9 | 8,7 | 14,7 | 8,5 |
| Thiamine. | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 4,2 |

### 2. 2. 3. 1. *Carotène.*

La qualité moyenne de farine de luzerne possède environ 150 mg de carotène par kilogramme. Un taux

de 100 mg/kg est faible, alors que celui de 200 à 250 mg/kg correspond à un produit de première qualité. Pour conserver cette teneur, KOHLER et RAY [156] proposent d'incorporer un antioxydant, le santoquin. Le taux maximum autorisé par la F.D.A. (Food and Dring Administration) est de 0,015 % ou 3 livres par tonne. D'ailleurs c'est le taux optimum.

2. 2. 3. 2. *Vitamine A.*

Le taux de vitamine A varie de 270 000 à 420 000 U.I. par kilogramme de luzerne déshydratée. C'est une source importante de vitamine A. Cette vitamine résiste à la chaleur, par conséquent la déshydratation ne la détruit pas, mais elle est détruite par oxydation à l'air. Pour la conserver, on emploie des antioxydants (DPPD, BHA, BHT) et le santoquin [156].

2. 2. 3. 3. *Vitamine E* (*α-tocophécol*).

Son taux varie de 98 à 151 mg/kg. Cette vitamine se trouve en quantité importante dans la luzerne. Elle résiste à la chaleur. Donc, elle sera en quantité importante dans la luzerne déshydratée. Comme la vitamine A, elle est oxydable. Elle est elle-même un excellent antioxydant. C'est ainsi qu'elle empêche l'oxydation de la vitamine A.

2. 2. 3. 4. *Vitamine K.*

La teneur en vitamine K des fourrages verts déshydratés est très variable. L'échelle paraît aller de 12 à 45 mg par livre, soit 26 mg à 99 mg/kg; ce dernier chiffre étant toutefois plus couramment cité. Même si nous prenons le chiffre assez faible de 20 mg/livre, soit 44 mg/kg, il semble que l'incorporation de 5 % de produits verts déshydratés fournira une quantité de vitamine K d'en-

viron 1 mg/livre d'aliment, les autres composants de l'aliment couvrant déjà largement les besoins dans les cas normaux. Cette incorporation de 5 % devrait être suffisante dans les cas extrêmes [254].

2. 2. 3. 5. *Vitamines du groupe B.*

Elles sont solubles dans l'eau et sensibles à la chaleur. Ces deux caractères expliquent leur faible pourcentage dans la luzerne déshydratée. Le produit vert déshydraté sera donc une mauvaise source de vitamines B. Néanmoins, les produits déshydratés fournissent l'ensemble des vitamines de façon beaucoup plus satisfaisante que les céréales et leurs sous-produits, sauf en ce qui concerne la choline et peut-être la vitamine $B_{12}$. Les fourrages verts déshydratés contribuent pour plus que leur part à la satisfaction des besoins en vitamine B. Cela est surtout vrai pour la riboflavine et l'acide pantothénique, qui sont certainement les plus importantes vitamines du groupe et aussi dans une moindre mesure pour la biotine, l'acide folique et la pyridoxine.

*
**

Maintenant que nous connaissons la composition de la farine de luzerne déshydratée ainsi que sa valeur alimentaire, nous pouvons envisager son utilisation en alimentation animale.

## B) UTILISATION DE LA LUZERNE DÉSHYDRATÉE DANS L'ALIMENTATION DES ANIMAUX DOMESTIQUES

### Utilisations traditionnelles

En France et plus généralement dans les pays de la Communauté Européenne Economique (C.E.E.) la luzerne déshydratée est utilisée principalement dans les aliments pour volailles et pour une moindre mesure dans les aliments pour porcs.

Il est assez difficile de connaître la part de la production qui va aux aliments volailles et la part qui va aux aliments porcs, car très souvent le même industriel fabrique ces deux sortes d'aliments. Nous avons toutefois relevé, dans un document publié en 1964 par le Syndicat des Déshydrateurs Britanniques, les chiffres suivants qui, s'ils ne sont pas exacts, paraissent tout au moins vraisemblables.

Selon cette source, l'utilisation de luzerne déshydratée aurait été en France, en 1963 (après déduction des exportations), dirigée à raison de :

— 88 % vers les aliments pour volailles;
— 8 % vers les aliments pour porcs;
— 3 % vers les aliments pour bovins et ovins;
— 1 % vers les aliments pour lapins;

et la proportion serait sensiblement la même dans les différents pays européens.

Les chiffres avancés par le Syndicat des Déshydrateurs Américains sont, par contre, très différents puisque la production de ce pays est ainsi ventilée :

— 10 % exportation;

— 72 % pour aliments bétail,
dont 40 % volailles,
32 % bovins et porcs;
— 18 % en utilisation directe pour bovins et ovins.

Ces chiffres ne sont pas directement comparables puisque dans un cas on tient compte des exportations et dans l'autre cas on ne les compte pas. Mais ils permettent de constater qu'aux U.S.A. la luzerne déshydratée a mieux conquis le marché des aliments pour porcs et celui des aliments pour ruminants. Mentionnons toutefois que depuis 1963, le débouché bovin a augmenté en France.

### 1. La luzerne déshydratée dans les aliments pour volailles

Dans la fabrication des aliments composés pour volailles la farine de luzerne déshydratée entre pour une faible part. Il est certain qu'elle accroît la teneur en cellulose, mais elle apporte également des vitamines.

#### 1. 1. *Apport de cellulose*

Cette augmentation de la teneur en cellulose est évidemment ennuyeuse dans la mesure où nous prônons à l'heure actuelle les rations à haut pouvoir énergétique. Certains ont même soutenu que l'incorporation de quantités importantes de luzerne déshydratée avait un effet toxique ou ralentissait la croissance.

Pour Alan H. Ward [254] et Wilgus et Madsen [271] l'existence d'un effet toxique ou d'un ralentissement de la croissance lié à l'incorporation de farine de luzerne déshydratée n'était pas fondée. Il faut se rappeler que les produits verts constituent une toute petite partie de l'aliment. En pratique, le taux d'incorporation dans les aliments pour volailles du commerce, est au maximum de 5 %. Nous pouvons considérer que l'effet de ralentissement de croissance est peu probable.

Au cours de ces dernières années, des expériences très nombreuses ont été réalisées concernant l'utilisation des produits verts déshydratés pour la pigmentation de la chair des poulets et des jaunes d'œufs. Il a été incorporé jusqu'à 20 % du produit vert déshydraté. A la faveur de ces essais, il n'a pas été possible de mettre en évidence l'existence d'un facteur toxique, mais il est constaté une diminution de la production d'œufs.

Nous trouverons ci-après un tableau donnant la composition et la teneur en éléments nutritifs des qualités les plus courantes de luzerne déshydratée ainsi que celle des issues de blé, puisque c'est à cet aliment qu'est substituée, le plus souvent, la luzerne déshydratée [254].

TABLEAU 10

| COMPOSITION | HERBE DÉSHYDRATÉE 17 % | LUZERNE DÉSHYDRATÉE 17 % | LUZERNE DÉSHYDRATÉE 20 % | ISSUES DE BLÉ |
|---|---|---|---|---|
| Corps gras % | 3 | 2 | 2 | 4 |
| Protéines % | 17 | 17 | 20 | 17 |
| Cellulose % | 20 | 25 | 22 | 7 |
| Valeur énergétique en calories par livres | 480 (1 058) | 220 (485) | 320 (705) | 680 (1 500) |
| Protéines digestibles | 10,5 | 9 | 11 | 14 |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

Voyons les effets produits sur la composition générale de l'aliment lorsque le produit vert déshydraté remplace dans l'aliment 5 % des issues de blé.

TABLEAU 11

| | LUZERNE DÉSHYDRATÉE 17 % | HERBE DÉSHYDRATÉE 17 % | LUZERNE DÉSHYDRATÉE 20 % | |
|---|---|---|---|---|
| Corps gras % | — 0,05 | — 0,1 | — 0,1 | Insignifiant. |
| Protéines % | | — | — 0,15 | Insignifiant. |
| Cellulose % | + 0,65 | + 0,9 | + 0,75 | Avantage dans les rations à haut pouvoir énergétique. |
| Valeur énergétique en calories par livres | — 10 (— 22) | — 23 (— 51) | — 18 (— 40) | Abaissement de l'ordre de 1 à 2 %. |
| Protéines digestibles | — 0,2 | — 0,25 | — 0,15 | Insignifiant. |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

Il apparaît clairement que les changements intervenus dans le pourcentage des graisses des protéines brutes et des protéines digestibles sont insignifiantes. Il y a par contre une augmentation notable de la teneur en cellulose et une baisse sensible en valeur énergétique. Selon Alan H. WARD [254], l'augmentation de la teneur en cellulose est un avantage pour les aliments à haut pouvoir énergétique. Trop souvent, en effet, la teneur en cellulose des rations est voisine de 2 %. Le niveau trop faible peut entraîner différentes difficultés à la fois dans le domaine nutritif et dans celui de l'organisation de l'élevage, surtout dans les rations comprenant des graisses.

Un niveau suffisant de cellulose permet d'éviter l'occlusion du gésier et les difficultés graves découlant du canibalisme. En donnant au tube digestif une meilleure texture, il contribue à faciliter l'assimilation des aliments. Il procure des fientes plus malléables, ce qui rend plus

facile le nettoyage et évite les différentes maladies que peut entraîner l'existence de déjections trop humides.

Il semble que, dans la pratique, la teneur minimum en cellulose se situe vers 2,5 %.

En ce qui concerne le problème de la valeur énergétique, il convient de bien l'étudier sur tous les aspects. Ainsi que nous l'avons vu dans le tableau 10, le remplacement de 5 % d'issues de blé par 5 % de produits verts déshydratés abaisse la valeur énergétique du mélange d'environ 22 à 44 calories métabolisables par kg. Si nous considérons que la valeur énergétique totale des aliments pour volailles est comprise entre 1 763 et 2 220 calories métabolisables par kg, nous constatons donc un abaissement de la valeur énergétique de l'ordre de 1 à 2 %. Cette baisse est, semble-t-il, un facteur peu important pour la nutrition de l'animal. Et nous pouvons constater des variations beaucoup plus fortes (mais auxquelles nous ne prenons généralement pas garde) dans les rations. Par exemple, les analyses prouvent que différents aliments (céréales, graines) peuvent entraîner des variations beaucoup plus importantes. Une différence de 1 % dans le taux d'humidité de l'aliment composé entraînera par exemple une différence de 1 % dans la valeur énergétique de l'aliment. Beaucoup plus de 1 % de l'aliment composé peut être perdu s'il n'a pas la consistance souhaitée et colle au bec des volailles. La variation peut être beaucoup plus forte si l'aliment ne correspond pas exactement aux besoins nutritifs ou s'il n'est pas bien digéré.

L'influence d'une adjonction limitée de produits verts déshydratés est très souvent surévaluée. En pratique nous considérons comme négligeable la baisse de valeur énergétique qui en découle. Par contre, il serait souhaitable de porter plus d'attention aux facteurs positifs qui résultent de cette adjonction.

## 1. 2. *Apport de vitamines*

### 1. 2. 1. *En vitamine A et en carotène.*

Dans la luzerne déshydratée, elle se trouve préformée sous forme de vitamine A ou sous forme de provitamine A, c'est-à-dire du $\beta$ carotène.

Il semble que le poulet soit apte à convertir le carotène en vitamine A, dès le lendemain de l'éclosion, mais il y parvient sans aucun doute avant l'âge de une semaine [172]. Il n'est pas douteux que le taux de conversion du carotène ne soit pas de 100 %. L'Agricultural Research Council (A.R.C.) [3] de Grande-Bretagne a récemment formulé l'avis suivant sur les besoins nutritifs des volailles : En général, le $\beta$ carotène est plus stable que la vitamine préformée. Par définition, l'activité du $\beta$ carotène est poids pour poids la moitié de celle de la vitamine A, mais sa valeur biologique par rapport à la vitamine A peut être réduite par toutes sortes de facteurs. Il est suggéré par conséquent d'attribuer en pratique au $\beta$ carotène, poids pour poids, une valeur égale à un sixième de celle de la vitamine A, bien qu'en la matière, les avis soient extrêmement partagés.

Par contre, aux U.S.A., le National Research Council (N.R.C.) [182], dans la publication « Les besoins nutritifs des volailles », accepte l'équivalence théorique de 0,6 $\mu$g de $\beta$ carotène pour 1 unité de vitamine A, sauf quand la quantité de carotène absorbée dépasse de beaucoup les besoins.

Alan H. Ward [254], dans un tableau (cf. page suivante), résume les besoins en vitamine A des volailles et les pourcentages de fourrages verts déshydratés nécessaires pour couvrir ces besoins.

TABLEAU 12

*Besoins en vitamine A* (U.I./livres)

| | A.R.C. Grande-Bretagne | N.R.C. U.S.A. | % D'UNE INCORPORATION DE FOURRAGES VERTS DÉSHYDRATÉS (100 MG PAR LIVRE 220/KG DE CAROTÈNE NÉCESSAIRES) |
|---|---|---|---|
| Poulets. . . . . | 600 (1 322) | 1 200 (2 645) | 0,5 à 0,75 % |
| Pondeuses. . . . . | 1 950 (4 298) | 2 000 (4 409) | 1,25 % |
| Reproducteurs. . . . | 3 000 (6 613) | 2 000 (4 409) | 1,25 à 2 % |
| Dindes. . . . . | 1 810 (1 785) | 1 200 (2 645) | 0,5 à 0,75 % |
| Dindes reproducteurs. . . . . | 1 230 (2 711) | 2 000 (4 409) | 0,75 à 1,25 % |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

Même si nous prenons les chiffres les plus élevés, il apparaît, en considérant la dernière colonne du tableau, qu'une incorporation même très faible de luzerne déshydratée est suffisante pour répondre aux besoins en vitamine A, la conversion étant alors totale. D'un autre côté, le taux traditionnel compris entre 2,50 et 5 % donne une importante marge de sécurité compensant largement un taux de conversion moins parfait.

1. 2. 2. *En vitamine E.*

L'évaluation des besoins en vitamine E de la volaille est à coup sûr un problème difficile. Ni l'A.R.C., ni le N.R.C. ne donnent de directives en ce qui concerne les besoins en vitamine. En pratique 11 mg/kg sont suffisants pour les animaux jeunes et 22 mg/kg pour les pondeuses et les reproducteurs.

La luzerne déshydratée apporte : 98 à 151 mg par kilogramme d'$\alpha$ tocophécol. L'incorporation de 5 % de produits verts déshydratés dans l'aliment apporte environ 3,5 à 5 U.I. de vitamine E par livre d'aliment, soit 8,5 à 11 mg/kg, et ceci, s'ajoutant aux quantités fournies par les autres composants, suffit amplement à couvrir les besoins des animaux jeunes et, dans la majorité des cas, couvre totalement ou presque les besoins des animaux plus âgés. Nous notons à ce propos qu'une incorporation de 5 % de luzerne déshydratée fournirait davantage de vitamine E que 60 à 70 % de céréales ou d'issues de céréales.

1. 2. 3. *En vitamine K.*

La teneur en vitamine K de la luzerne déshydratée est très variable. L'échelle paraît aller de 12 à 45 mg par livre, soit 26,4 à 99 mg/kg, ce dernier chiffre étant toutefois plus couramment cité, même si l'on prend le chiffre assez faible de 20 mg par livre d'aliment, soit 43 mg/kg.

Le N.R.C. suggère pour le poulet un besoin de 0,18 mg par livre, soit 0,39 mg/kg, soit le niveau minimum, tandis que l'A.R.C. préfère 0,45 mg/livre, soit 0,99 mg/kg, c'est-à-dire le niveau maximum.

De plus, avec les anticoccidiens il faut des taux beaucoup plus élevés (souvent ils sont multipliés par 5 ou 6).

Il semble que l'incorporation de 5 % de luzerne déshydratée fournira une quantité de vitamine K d'environ 1 mg/livre d'aliment, soit 2,28 mg/kg. Les autres composants couvrant déjà largement les besoins dans les cas normaux, il semble que 5 % devraient être suffisants pour couvrir les besoins.

### 1. 2. 4. *En vitamines du groupe B.*

Les besoins des poulets et des reproducteurs en vitamines du groupe B sont relativement élevés par rapport à ceux des autres animaux.

Ces besoins, tels qu'ils ont été définis par l'A.R.C. et le N.R.C., figurent dans le tableau ci-dessous où sont également données les teneurs en vitamines des produits verts déshydratés. Ces derniers chiffres représentant évidemment la moyenne de chiffres qui varient de façon assez considérable selon les produits déshydratés et leur qualité.

Les chiffres sont exprimés en mg/kg.

TABLEAU 13

| | POULETS | | POULETS REPRODUCTEURS | | FOURRAGES VERTS DÉSHYDRATÉS |
|---|---|---|---|---|---|
| | A.R.C. | N.R.C. | A.R.C. | N.R.C. | |
| Thiamine | 0,45 (0,99) | 0,8 (1,8) | — | — | 2 (4,4) |
| Riboflavine | 1,8 (4,0) | 1,3 (2,9) | 1,8 (4,0) | 1,7 (3,75) | 7 (15,4) |
| Acide nicotinique | 12,7 (28) | 12,0 (26,45) | — | — | 15 (33,0) |
| Acide panthoténique | 4,55 (9,3) | 4,2 (9,3) | 2,95 (6,5) | 4,2 (9,3) | 15 (33,0) |
| Biotine | 0,04 (0,08) | 0,04 (0,08) | 0,07 (0,15) | — | 0,15 (0,35) |
| Acide folique | 0,7 (0,15) | 0,25 (0,55) | 0,23 (0,50) | 0,16 (0,35) | 3 (6,6) |
| Choline | 600 (1 322) | 600 (1 322) | 500 (1 102) | — | 400 (880) |
| Pyridoxine | 1,6 (3,5) | 1,3 (2,9) | 1,8 (4,0) | 1,3 (2,9) | 3,5 (7.7) |
| Vitamine $B_{12}$ | 0,01 (0,02) | 0,004 (0,008) | 0,001 (0,002) | 0,002 (0,004) | |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

La luzerne déshydratée n'est pas une bonne source de vitamines du groupe B. Au taux d'incorporation de 5 % les fourrages verts déshydratés ne peuvent pas être considérés comme la source principale de vitamines B. Elle en apporte néanmoins une bonne part à l'aliment considéré dans son ensemble [201].

### 1. 3. *Apport de xanthophylle*

En France, pour les farines de luzerne de 17 % de protéine et de 20 % de protéine, la teneur en xanthophylle varie de 100 à 400 mg/kg. Il est admis qu'une teneur moyenne de la ration de 15 à 20 mg de xanthophylle par kg est nécessaire pour obtenir une coloration satisfaisante de l'œuf. L'expérience montre que pour les aliments à base de farine de luzerne, une teneur de 8 à 12 mg/kg de lutéine et de xéaxanthine, agents de la pigmentation essentiels de ces matières premières, est suffisante pour atteindre la limite inférieure acceptable de coloration [164 *bis*].

Pour autant que l'on puisse le savoir, les pigments du jaune d'œuf sont sans effet sur la nutrition humaine ou sur celle des poulets. Ils sont constitués par 98 % de xanthophylle et 2 % de carotène et quelques pigments autres. En dépit de cela, un jaune uniforme et bien pigmenté facilite la vente.

Le transfert de la xanthophylle de l'aliment volaille à l'œuf n'est pas excellent puisque nous estimons que seulement 11 % de la xanthophylle contenue dans l'aliment passe de l'aliment dans le jaune d'œuf [6].

La présence dans l'aliment d'un antioxydant améliore la pigmentation [6] sans doute en évitant une destruction des xanthophylles dans l'aliment, au cours de la digestion.

Par conséquent, les fourrages verts déshydratés demeurent une source abondante de xanthophylle pour les

pondeuses. Cette opinion a été très souvent exprimée dans les différentes publications en Grande-Bretagne et aux U.S.A. où les autres possibilités d'incorporation se sont avérées techniquement difficiles ou trop coûteuses.

⁂

## 2. La luzerne déshydratée dans les aliments pour porcs

### 2. 1. *Dans les aliments pour truies*

La luzerne déshydratée figure très souvent dans les aliments pour truies. Les facteurs non identifiés de la luzerne jouent un rôle très important dans la reproduction.

Alan H. Ward [254] résume ainsi les résultats qu'ils entraînent :

— la conception se produit immédiatement, permettant ainsi d'obtenir deux portées par an;

— le nombre de porcelets de chaque portée se trouve augmenté;

— le poids des porcelets à la naissance est supérieur et ils sont plus vigoureux, de telle sorte qu'ils supportent mieux l'épreuve du sevrage et débutent la période d'engraissement à un poids plus élevé;

— la lactation des truies est meilleure.

De nombreux travaux ont confirmé l'un ou l'autre de ces effets bénéfiques [74, 244]. Une expérience d'ensemble, réalisée en 1958, par le South Dakota Stade College, a permis de les mesurer de façon précise. D'ailleurs le tableau ci-après en donne une idée.

Tableau donné par W.R. Seerly et R.C. Wahlstrom [232].

Tableau 14

| | Pourcentage de luzerne déshydratée incorporée a l'aliment | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2,5 % | 5,0 % | 10,0 % |
| Nombre de portées obtenues. , . . . . . | 13 | 19 | 29 | 25 |
| Nombre de porcelets par portée en moyenne. . . . . | 8,31 | 8,47 | 8,7 | 9,28 |
| Nombre de porcelets morts-nés en moyenne. | 5 | 4 | 6 | 2 |
| Poids moyen à la naissance, en livres. . . . . | 2,94 (1,33) | 3,15 (1,43) | 3,13 (1,42) | 3,17 (1,44) |
| Nombre de porcelets par portée au bout de 42 jours. . . . . | 5,7 | 5,1 | 5,7 | 7,2 |
| Poids moyen des porcelets au bout de 42 jours. . . . | 22,7 (10,30) | 24,0 (10,88) | 21,7 (9,84) | 21,9 (9,93) |

Les nombres entre parenthèses correspondent à la conversion en kg.

En tenant compte de tous les avantages, nous constatons que le taux d'incorporation de la luzerne déshydratée aux aliments pour truies est très variable. Il va de 5 à 25 %.

### 2. 2. *Dans les aliments pour porcs à l'engrais*

L'aliment fibreux intervient globalement. Cet aliment sera de la farine de luzerne. Elle est plus facile à obtenir et ne diminue pas l'appétence. Le taux recommandé se situe vers les 15 %. L'addition de farine de luzerne

entraîne une dilution énergétique de la ration. Le porc essaye de compenser le déficit énergétique en mangeant plus, mais au-delà d'un certain volume de la ration la compensation n'est plus possible, le volume ingéré atteint la limite des capacités gastriques. Le porc compense le déficit énergétique consécutif à l'addition d'aliment fibreux en mangeant plus, le niveau énergétique règle le taux d'ingestion.

*Conséquences pratiques :* il est donc possible de régler la consommation alimentaire du porc en agissant sur la densité de la ration. Pour limiter l'appétit, il faut tenir compte de deux phénomènes :

— la modification de la densité;

— la chronologie de cette modification.

L'addition de 10 % de farine de luzerne modifie peu la composition chimique brute de la ration. L'organisme réagit rapidement en augmentant les volumes ingérés. L'augmentation du volume digestif avec l'âge et le type de régime est plus rapide que la croissance. Le porc aura en fin d'engraissement des besoins énergétiques et azotés moindres. Si l'on veut éviter cette suralimentation en fin d'engraissement, l'addition de farine de luzerne sera utile. Il faut faire une première addition de farine de luzerne à 50 kg et il faudra en faire une deuxième à 80 kg.

*Conclusion :* La distribution de régimes riches en aliments cellulosiques montre que le comportement alimentaire du porc charcutier est réglé par :

— le changement alimentaire consécutif à l'introduction de l'aliment fibreux;

— la chronologie de ce changement, parce qu'il existe une adaptation à chaque nouvelle ration [92 *bis*].

2. 2. 1. *Place de la luzerne déshydratée dans ces aliments.*

Pour les porcs à l'engrais, le taux d'incorporation est beaucoup plus bas (3 à 5 %). La luzerne déshydratée est alors utilisée comme une source de vitamine, or une faible quantité suffit. Très souvent même, l'aliment porc à l'engrais n'en contient pas. La vitamine A, dans ce cas, est incorporée à la ration sous forme synthétique.

Il est certain que mis à part le carotène, source de vitamine A, le produit déshydraté contient beaucoup d'autres éléments intéressants qui pourraient justifier une incorporation dans l'aliment. Nous rencontrons alors une difficulté : la forte teneur en cellulose du produit. Elle est mal supportée par les porcelets. Cependant, les porcs, en fin d'engraissement, tolèrent beaucoup mieux la présence de cellulose. Dans ce cas, elle entraîne une baisse de la valeur énergétique, ce qui constitue un autre handicap.

Nous nous trouvons donc, en ce qui concerne les aliments pour porcs, devant le même problème que pour les aliments pour volailles. Le développement de l'emploi est conditionné par la possibilité de réduire le taux de cellulose.

Dans un essai de production de porcs maigres, avec une alimentation sèche à volonté, Faliu et Griess [92] montrent la possibilité d'obtenir des animaux maigres à croissance élevée en modifiant le volume de la ration par de la farine de luzerne.

Ces auteurs font varier dans la ration le pourcentage de luzerne déshydratée de 5 à 15 %. La composition des différents aliments est résumée dans un tableau.

TABLEAU 15

| ALIMENTS | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Période de distribution | Du 10-2 au 7/4-66 | Du 7-4 au 5-5-65 | Du 5-5 au 3-5-65 |
| Durée (jours) | 56 | 28 | 29 |
| *Composition de l'aliment* (kg pour 100) | | | |
| Maïs | 40 | 37,5 | 35 |
| Orge | 40 | 37,5 | 35 |
| Tourteaux d'arachide | 10 | 10 | 10 |
| Farine de poisson | 5 | 5 | 5 |
| Farine de luzerne | 5 | 10 | 15 |
| *Composition chimique pour cent* | | | |
| Protéines brutes (N × 6,25) | 15,7 | 16,0 | 16,4 |
| Cellulose brute | 4,3 | 5,3 | 6,3 |
| Matières grasses | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Matières minérales | 4,0 | 4,4 | 4,7 |
| Calcium | 0,49 | 0,57 | 0,64 |
| Phosphore | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| UF par kilogramme d'aliment | 1 | 0,95 | 0,90 |
| Volume de 1 kg d'aliment (en litre) | 1,94 | 2,09 | 2,24 |

### 2. 2. 2. *Influence de la farine de luzerne.*

L'addition de quantités très importantes de farine de luzerne (5 à 15 % du poids de la ration) agit de manière sensible sur la croissance, la composition de la ration, la quantité d'aliment consommé.

#### 2. 2. 2. 1. *Influence sur la croissance.*

L'augmentation progressive du taux de farine de luzerne a permis de maintenir une croissance régulière.

La croissance peut se diviser en trois périodes correspondant aux différents aliments distribués.

L'effet a été particulièrement net sur la qualité de la carcasse par la diminution des morceaux gras et l'augmentation des morceaux nobles.

A consommation égale, les lots précédents nourris sans farine de luzerne ont toujours fourni des carcasses plus grasses.

Les différences résultent de la modification de la composition de la ration et de la quantité d'aliments consommée par les porcs.

TABLEAU 16

| PÉRIODE | 12-7 - 7-4 | 7-4 - 5-5 | 5-5 - 3-6 |
|---|---|---|---|
| Durée | 56 jours | 28 jours | 29 jours |
| Aliment. . . . . | A | B | C |
| Farine de luzerne (%) . . . | 5 | 10 | 15 |
| Croissance quotidienne moyenne. . . . . | 639 g | 693 g | 686 g |

2. 2. 2. 2. *Influence sur la composition de la ration.*

L'addition de farine de luzerne agit sur les caractéristiques physiques et nutritionnelles de la ration.

a) *Caractéristiques physiques :*

La farine de luzerne augmente le taux de cellulose brute ainsi que le volume de la ration. Il ressort, en effet, des mesures effectuées que l'addition de 10 % de farine de luzerne entraîne une augmentation de 15 % du volume alors que le taux de cellulose brute n'a varié que de 2 %.

TABLEAU 17

| ALIMENTS | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Farine de luzerne (%)... | 5 | 10 | 15 |
| Cellulose brute (%)..... | 4,3 | 5,3 | 6,3 |
| Volume de 1 kg d'aliment (litre)..... | 1,94 | 2,09 | 2,24 |

b) *Caractéristiques nutritionnelles :*

La farine de luzerne diminue la valeur énergétique de la ration de manière significative, surtout pendant la dernière période, lorsque l'aliment en renferme 15 % (aliment C). Alimentés *ad libitum* avec un aliment à 15 % de farine de luzerne au cours des 29 derniers jours de l'essai, les porcs n'ont consommé que 2,68 U.F. par jour et par animal, alors que les porcs d'un lot identique de même régime ingéraient 3,20 U.F. pendant cette période avec un aliment ne renfermant que 10 % de farine de luzerne et 8 % de rafle de maïs.

TABLEAU 18

| LOT | FARINE DE LUZERNE (POUR CENT DE LA RATION) | UF/JOUR PAR ANIMAL |
|---|---|---|
| Danois A..... | 10 | 3,20 |
| Danois B..... | 15 | 2,68 |

c) *Influence sur la quantité d'aliments consommée.*

Si l'appétit du porc est limité par sa capacité digestive, le volume de la ration, quelle qu'en soit la valeur nutritive, limitera la quantité ingérée. En comparant le volume des ingestions au poids vif, on remarque le parallélisme

de leur évolution. Par contre, si nous comparons la quantité de poids ou la valeur énergétique des aliments consommés au poids vif, nous notons une rupture très nette à partir de l'incorporation de fortes quantités de farine de luzerne à l'aliment. Il semblerait donc bien que ce soit le volume de la ration qui règle sa consommation. La dilution des principes énergétiques par l'augmentation du taux de farine de luzerne permet ainsi de limiter de manière élégante et simple le niveau énergétique de la ration et d'apporter des vitamines tout en laissant l'animal manger à volonté. En consommant des quantités à peu près égales d'aliment exprimées en poids ou en U.F., les porcs ont ingéré une ration de volume croissant.

### 3. La luzerne déshydratée dans l'alimentation des bovins

En France, la quantité de luzerne déshydratée utilisée en élevage bovin n'était que de 5 000 tonnes en 1964. Elle atteint 30 000 à 35 000 tonnes en 1966, réparties de la façon suivante [60] :

— 1 000 tonnes pour l'élevage des jeunes bovins, en association avec des pulpes sèches;

— 6 000 à 10 000 tonnes pour les moutons;

— 23 000 à 25 000 tonnes pour les vaches laitières.

L'emploi de la luzerne déshydratée pour l'alimentation des bovins en France a été lancé par des expériences, réalisées dans la Marne, d'engraissement de taurillons à partir de luzerne et de pulpes déshydratées.

Aux U.S.A., depuis longtemps, la luzerne déshydratée est largement utilisée pour la nourriture des vaches laitières (3 kg en moyenne par jour). Mais, au cours des dernières années, on a assisté à une expansion très

importante de l'utilisation de la luzerne déshydratée en direct par les éleveurs de bovins à viande.

Cette consommation atteint à l'heure actuelle 20 % de la production américaine, c'est-à-dire au minimum 300 000 tonnes, les utilisateurs étant surtout des possesseurs d'importants feed-lots (est du Kansas, Nebraska, Oklahoma, Texas, Colorado et Californie) pour l'engraissement de génisses et de taurillons de 250 à 300 kg et vendus à 450 kg.

Cette alimentation peut se faire de deux façons :

— soit par incorporation à l'aliment composé. On rejoint alors le problème précédemment traité;

— soit par l'utilisation directe par l'agriculteur. Elle est alors utilisée pure, ou associée à d'autres aliments pour composer une ration. Dans ce cas, la luzerne déshydratée peut apparaître comme un concurrent de l'aliment composé.

Au cours des dernières années, de nombreuses études ont été réalisées en France et à l'étranger sur l'utilisation du foin broyé et aggloméré. C'est le cas des auteurs suivants : Béranger et Jarrige en 1962 [25], Coléou en 1963 [62], Minson en 1963 [181], Beardsley en 1964 [16], Moore en 1964 [178].

Cette forme de présentation offre de nombreux avantages à l'éleveur :

— elle facilite la distribution des aliments, permet d'économiser de la main-d'œuvre, des frais de transport et réduit considérablement le volume de stockage du foin;

— elle permet de diminuer le gaspillage par les animaux et les oblige à ingérer une ration constante de composition déterminée à l'avance.

Elle présente aussi un grand intérêt pour l'animal, en particulier pour les jeunes bovins à l'engrais. A la suite

des travaux anglo-saxons, Béranger et Jarrige, en 1962 [25], ont montré au Centre National de la Recherche Zoologique (C.N.R.Z.) que le foin de luzerne était utilisé par les bouvillons à l'engrais de façon plus efficace sous forme de granulés que sous forme normale. Les animaux ont en effet eu un gain de poids supérieur sans consommer davantage de foin que sous la forme normale. Cette amélioration résulterait non pas d'une augmentation de la digestibilité (qui diminue), mais essentiellement de modifications de la nature des fermentations dans la panse (accroissement de la production d'acide propionique) et du comportement alimentaire des animaux (réduction du temps d'ingestion et de rumination, augmentation du nombre des repas).

Ces résultats ont retenu l'attention de la *S.I.C.A. France-Luzerne* et des agriculteurs de la région champenoise, déshydrateurs de luzerne. Ces agriculteurs disposent de luzerne déshydratée en granulés et de pulpe de betterave qu'il était possible de déshydrater dans les mêmes usines que la luzerne. C'est pourquoi, dans le courant de l'hiver 1963-1964, Béranger, Charlet et Boucton [24] ont été amenés à étudier l'utilisation de la farine de luzerne déshydratée et de la pulpe de betterave séchée pour l'engraissement des taurillons de boucherie.

### 3. 1. *Bovins à l'engrais*

#### 3. 1. 1. *Utilisation de la farine de luzerne déshydratée avec des pulpes séchées. Expérience de la Marne.*

Pendant une période de six mois environ, 28 taurillons charolais, 28 taurillons salers et 26 taurillons charolais-aubrac de huit - dix mois, sont engraissés en recevant à

volonté une ration entièrement broyée et agglomérée comportant de la luzerne déshydratée et des pulpes de betterave mélangées dans la proportion 70/30.

Ces animaux furent répartis en deux exploitations. Ils pesaient environ 270 kg au départ.

3. 1. 1. 1. *Alimentation.*

Les animaux ont reçu jusqu'à l'abattage la ration entièrement broyée et agglomérée comportant 70 % de luzerne déshydratée et 30 % de pulpes séchées.

Les granulés de pulpe séchée avaient la même dimension que ceux de la farine de luzerne. Il était prévu d'y ajouter 2 % de composé minéral (sel et phosphate bicalcique) qui d'ailleurs n'a été donné qu'au début de la période d'engraissement.

La composition moyenne de la ration a été la suivante (en pourcentage de la matière sèche) :

— matières minérales..... 9,2 %
— matières azotées..... 14,8 %
— matière cellulosique..... 24,8 %

3. 1. 1. 2. *Croissance.*

Les animaux sont pesés tous les quinze - vingt jours, du début décembre au 1er juin.

Ils ont eu un gain de poids moyen de 1 176 g ± 147 par jour. Ainsi, pendant une durée de 178 jours, ils ont gagné 209 kg de poids vif.

3. 1. 1. 3. *Quantité consommée.*

Au cours de la période expérimentale, les animaux ont consommé en moyenne 10 kg d'aliments broyés et agglomérés par jour, soit près de 2 tonnes par animal. En outre, ils ont consommé de la paille à volonté.

3. 1. 1. 4. *Efficacité alimentaire.*

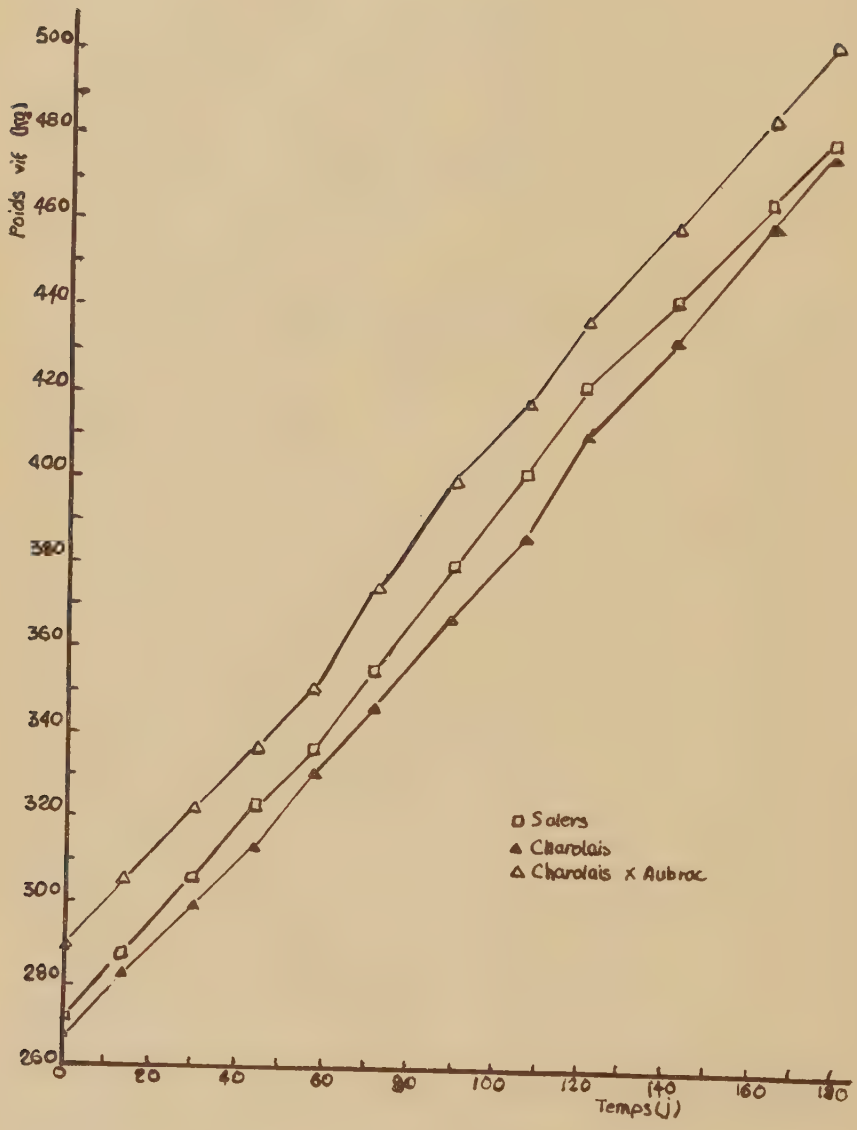
Durant la période expérimentale, les animaux ont consommé en moyenne 8,5 kg d'aliments broyés et agglomérés par kilogramme de gain, soit 7,65 kg de matière sèche par kilogramme de gain. Cette valeur est sans doute l'une des données les plus importantes fournies par cet essai puisqu'elle caractérise l'efficacité de la transformation en viande de la ration étudiée.

La quantité d'aliment aggloméré consommée par jour est reportée sur un tableau puis on en a fait une courbe.

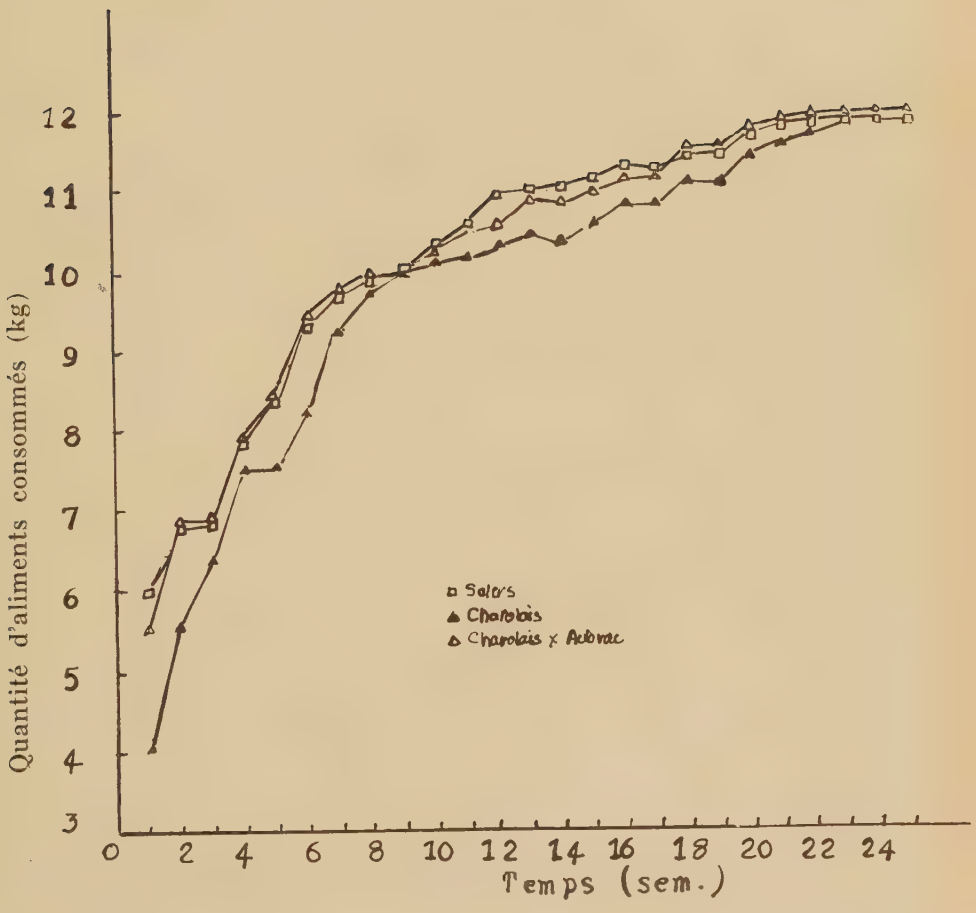
*Poids, gains de poids et quantités consommées durant la période expérimentale* (178 jours)

TABLEAU 19

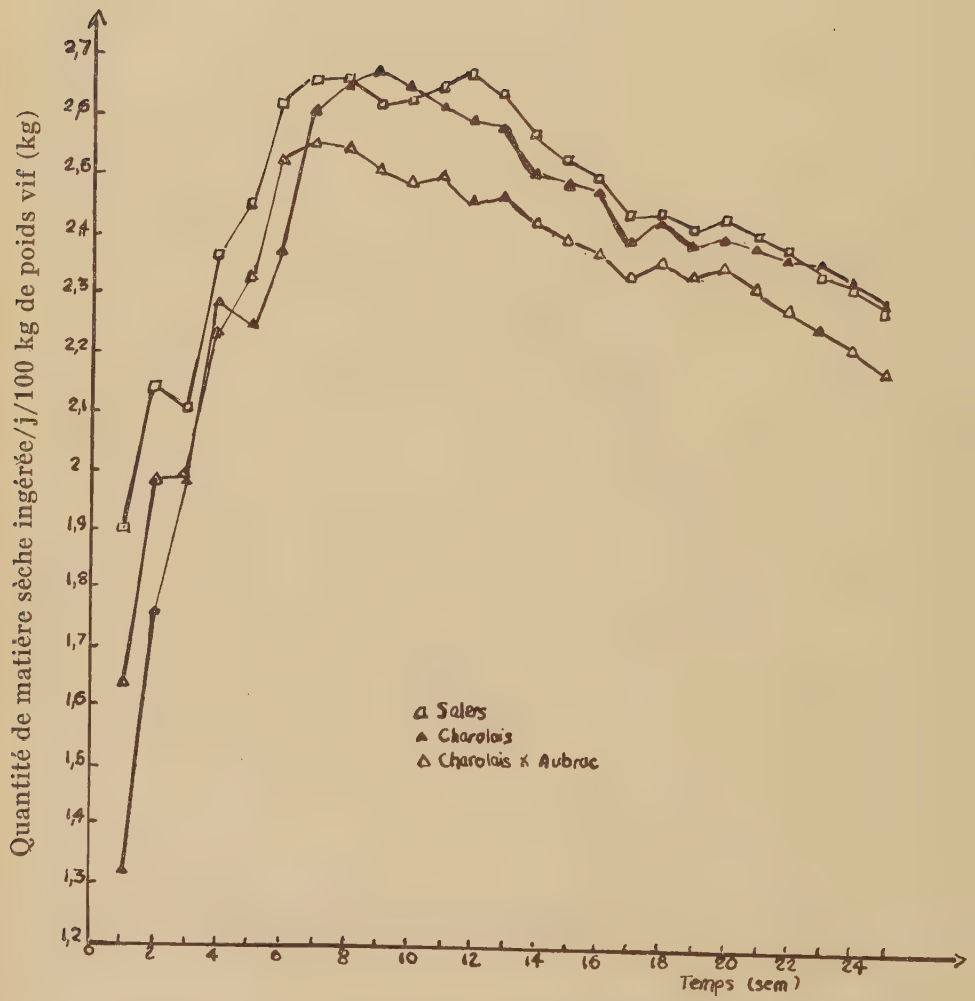
| | NOMBRE D'ANIMAUX | POIDS INITIAL (kg) | POIDS FINAL (kg) | GAIN DE POIDS JOURNALIER (g) | QUANTITÉ CONSOMMÉE PAR JOUR (kg) | QUANTITÉ DE MATIÈRE SÈCHE CONSOMMÉE PAR 100 KG DE POIDS VIF (kg) | QUANTITÉ D'ALIMENT CONSOMMÉE PAR KG DE GAIN (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Charolais | 24 | 267 ± 28 | 474 ± 35 | 1 164 ± 124 | 9,6 | 2,32 | 8,3 |
| Charolais × Aubrac | 25 | 288 ± 24 | 501 ± 24 | 1 200 ± 155 | 10,1 | 2,29 | 8,4 |
| Salers | 27 | 271 ± 34 | 478 ± 31 | 1 163 ± 160 | 10,2 | 2,43 | 8,8 |
| Elevage A | 29 | 277 ± 31 | 483 ± 31 | 1 156 ± 140 | 10,0 | 2,34 | 8,7 |
| Elevage B | 47 | 485 ± 30 | 485 ± 37 | 1 188 ± 150 | 10,0 | 2,35 | 8,4 |
| Moyenne générale | 76 | 275 ± 30 | 484 ± 35 | 1 176 ± 147 | 10,0 | 2,35 | 8,5 |




Courbe 1. — Courbes de croissance durant la période expérimentale.




Courbe 2. — Quantité d'aliment aggloméré consommée par jour.




Courbe 3. — Variation de la quantité de matière sèche consommée par 100 kg de poids vif en cours d'engraissement.

3. 1. 1. 5. *Valeur du système d'alimentation étudié.*

Cette expérience a permis de confirmer, dans les conditions de l'exploitation, l'intérêt des rations entièrement broyées et agglomérées riches en fourrages.

La farine de luzerne déshydratée (à 28 % de cellulose brute) pouvait constituer 70 % de l'alimentation de ces jeunes taurillons à l'engrais. D'autre part, la fraction d'aliments concentrés : 30 %, peut être exclusivement constituée de pulpes de betteraves déshydratées. Ce régime a permis d'obtenir une croissance et un état d'engraissement satisfaisants, il présentait d'autre part de nombreux avantages pratiques que nous indiquions au début de cette étude.

Aucune difficulté particulière d'adaptation, ni aucun trouble sanitaire consécutif au régime n'ont été observés. Il faut toutefois insister sur l'importance de la consommation de paille qui, par ses éléments grossiers, assure le bon fonctionnement de la panse. D'ailleurs Alan H. Ward [254] conseille d'ajouter 10 % de pellets de luzerne déshydratée à une ration trop riche en orge pour éviter les météorisations et les troubles hépatiques.

L'influence du broyage et de la granulation de la luzerne sur sa valeur nutritive déjà connue peut être illustrée par les résultats zootechniques obtenus avec la ration expérimentale. L'analyse fourragère classique de l'aliment indique en effet une valeur de 0,55 U.F./kg. Or ces taurillons pesant en moyenne 380 kg et ayant une croissance de 1 200 g par jour, consommaient 10 kg d'aliment par jour, soit 5.5 U.F. Cette valeur est nettement inférieure aux besoins énergétiques généralement admis pour ce type d'animaux (Béranger et Jarrige. 1961 [240]), ce qui confirme le fait que l'aliment entière-

ment broyé et aggloméré avait une valeur énergétique de 0,65 à 0,70 U.F./kg, si l'on admet des besoins énergétiques de 6,5 à 7 U.F. par animal ayant une croissance de 1 200 g par jour.

De plus, cette expérience a permis de confirmer que les fourrages broyés et agglomérés étaient consommés en grande quantité (en raison de leur transit rapide) et qu'ils permettaient de maintenir l'appétit à un niveau très élevé, même en fin d'engraissement. C'est ce qui permet la finition des animaux, sans augmentation de la concentration nutritive de la ration par l'addition d'autres aliments concentrés. Enfin, la diminution du travail nécessaire pour alimenter ces animaux, sa simplicité, sa commodité, l'absence d'odeur de pulpes ensilées sont des facteurs plus favorables à l'utilisation de ce type d'alimentation.

*La seconde expérience de la Marne* fut réalisée l'hiver suivant pour confirmer les résultats obtenus en 1964. Les résultats techniques et économiques enregistrés sont analogues.

3. 1. 2. *Comparaison du foin normal, du foin de luzerne condensé et de la luzerne déshydratée, associés aux betteraves.*

Les résultats de l'expérience menée par le C.N.R.Z. peuvent être résumés dans le tableau qui suit [128].

*Comparaison du foin de luzerne normal, du foin de luzerne condensé et de la luzerne déshydratée associés aux betteraves*

TABLEAU 20

| | LOT A Foin condensé | LOT B Foin normal plus orge | LOT C Luzerne déshydratée |
|---|---|---|---|
| Durée | 156 j. | 156 j. | 156 j. |
| Nombre d'animaux | 10 | 10 | 10 |
| Poids vif initial (kg) | 312 | 310 | 309 |
| Poids vif final (kg) | 509 | 492 | 489 |
| Gain de poids (g/jour) | 1 274 | 1 183 | 1 180 |
| Poids de carcasse chaude (kg) | 291 | 285 | 279 |
| Pourcentage de tissus adipeux dans la carcasse | 14,5 | 15,0 | 14,6 |
| Quantités de matière sèche consommée par jour | | | |
| Luzerne | 6,33 | 3,40 | 4,72 |
| Betteraves | | 3,43 | 3,59 |
| Orge | 9,72 | 1,53 | |
| Totale | 2,36 | 8,36 | 8,31 |
| Par 100 kg de poids vif | 7,64 | 2,08 | 2,08 |
| Par kg de gain | 3,38 | 7,11 | 7,24 |
| Proportion de luzerne dans la ration (%) | 65 | 41 | 57 |

(C.N.R.Z.)

Pour obtenir avec le foin long une croissance et un engraissement aussi rapide qu'avec le foin condensé, il a fallu distribuer à un troisième lot (B) une certaine quantité d'aliment concentré, surtout en fin d'engraissement, ce qui a eu pour effet de diminuer la quantité de foin ingérée. On a ainsi obtenu des carcasses comparables à celles obtenues avec le foin condensé, mais avec

une ration comportant seulement 41 % de luzerne au lieu de 65 %. Les taurillons du lot C recevant la luzerne déshydratée ont eu presque les mêmes performances que ceux recevant le foin condensé en consommant nettement moins de luzerne (25 %), ce qui confirme que la luzerne déshydratée à une meilleure valeur nutritive que le foin de luzerne correspondant. Ils ont eu les mêmes performances que les taurillons recevant le foin et l'orge et ils ont consommé la même quantité de matière sèche, mais celle-ci contenait une plus forte proportion de luzerne, 57 % au lieu de 41 %, soit 4,72 kg/j. au lieu de 3,40.

3. 1. 3. *Utilisation des céréales associées à la luzerne condensée.*

En raison de l'acceptabilité et de la valeur énergétique des rations condensées, il est possible d'engraisser les animaux avec une faible proportion de céréales dans la ration. En outre, compte tenu de la teneur en azote de la luzerne, il n'est pas nécessaire d'y associer d'autres aliments que les céréales (et le composé minéral). Les taurillons ou bouvillons se sont parfaitement et rapidement engraissés avec des rations constituées de farine de luzerne déshydratée ou de foin de luzerne condensé et de 30, 20 et même 15 % seulement de céréales (orges, maïs, blé) alors qu'il aurait fallu au moins 50 % d'aliment concentré dans une ration comportant le même foin de luzerne sous forme normale.

Le tableau qui suit résume les différentes expériences enregistrées à ce sujet [128].

*Utilisation de la luzerne déshydratée condensée associée aux céréales*
(le régime luzerne-pulpes sèches étant parfois pris comme témoin)

TABLEAU 21

| CONDITIONS DE L'ESSAI | | | | QUANTITÉ D'ALIMENT CONSOMMÉE | | GAIN DE POIDS VIF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Animaux | Age et poids au départ | Durée (j.) | Régime | kg/jour | kg/kg de gain | g/jour |
| C.N.R.Z. | | | | | | |
| 63 bouvillons | 12-15 mois | 149 | 85 % de luzerne déshydratée, 15 % de concentré | 9,90 | 9,6 | 1 026 |
| normands et charolais | 320-360 kg | | 65 % de luzerne déshydratée, 35 % de concentré | 9,16 | 8,6 | 1 061 |
| Station de sélection des Vazeix (87) | | | 75 % de luzerne déshydratée, 20 % d'orge | 9,1 | 8,1 | 1 197 |
| 79 taurillons limousins | 8-9 mois 295 kg | 133 | 55 % de luzerne déshydratée, 40 % d'orge | 8,5 | 7,2 | 1 140 |
| M. RENAUDIN. Montsuzain (10) | | | 70 % de luzerne déshydratée, 30 % pulpes sèches | 8,8 | 8,3 | 1 065 |
| 56 taurillons Salers et charolais | 8-9 mois 277 kg | 168 | 70 % de luzerne déshydratée, 30 % de blé | 9,7 | 8,5 | 1 141 |
| | | | 30 % de luzerne déshydratée, 70 % de céréales | 8,0 | 7,1 | 1 130 |
| M. ARNOULT. Tilloy Bellay (51) | | | 60 % de luzerne déshydratée, 40 % pulpes sèches | 10,9 | 8,7 | 1 261 |
| 50 taurillons Aubrac × Charolais | 10-11 mois 332 kg | 84 | 60 % de luzerne déshydratée, 40 % d'orge | 10,7 | 8,3 | 1 297 |
| Station de sélection de Soual (81) | | | 70 % de luzerne déshydratée, 30 % d'orge | 9,4 | 8,1 | 1 178 |
| 48 taurillons Aubrac<br>Aubrac × Charolais<br>Aubrac × Suisse<br>Aubrac × Limousins | 8-9 mois 250 kg | 157 | 70 % de luzerne déshydratée, 30 % de maïs | 9,6 | 7,4 | 1 309 |

3. 1. 4. *Utilisation de rations composées essentiellement de fourrages: luzerne condensée et maïs, fourrage ensilé.*

Il a été essayé d'engraisser les jeunes bovins en utilisant une ration presque exclusivement constituée de fourrages en associant la luzerne condensée et un ensilage de maïs, fourrage récolté au stade pâteux et bien conservé. Les taurillons qui recevaient ces deux aliments à volonté ont consommé davantage de matière sèche que ceux qui recevaient le mélange 70 % de luzerne, 30 % de pulpes sèches à volonté.

De ce fait, ils ont pu ingérer suffisamment d'énergie pour réaliser une croissance comparable.

Un tableau résume un essai du C.N.R.Z. [128].

*Utilisation de la luzerne déshydratée associée au maïs fourrage ensilé*

TABLEAU 22

| RATIONS | LUZERNE DÉSHYDRATÉE 70 % + PULPES SÈCHES 30 % A VOLONTÉ + 1 kg d'orge en fin d'engraissement | LUZERNE DÉSHYDRATÉE MAÏS FOURRAGE ENSILÉ A VOLONTÉ + 1 kg d'orge en fin d'engraissement |
|---|---|---|
| Nombre d'animaux (taurillons Salers et Limousins) | 20 | 20 |
| Durée de la période (jours) | 160 | 160 |
| Poids initial (kg) | 310 | 306 |
| Poids final (kg) | 484 | 478 |
| Gain de poids journalier (g) | 1 088 | 1 075 |
| Quantités de matière sèche consommées : (kg) par jour : | | |
| Luzerne | 5,36 | 4,30 |
| Pulpes sèches | 2,25 | |
| Ensilage de maïs | | 3,88 |
| Orge | 0,23 | 0,23 |
| Totale | 7,84 | 8,41 |
| par kg de gain | 7,2 | 7,8 |
| Proportion de luzerne dans la ration (% M.S.) | 68,5 | 51,3 |

(Essai réalisé chez M. PRÉVOSTEAU — jours: 28 — par le C.N.R.Z. et le Service de l'Elevage de l'Eure-et-Loir.)

### 3. 2. *La luzerne déshydratée dans l'alimentation des vaches laitières*

Pour cette catégorie d'animaux, les expériences sont beaucoup moins nombreuses. Nous relevons cependant quelques essais dans une publication faite en 1965 par la Chambre d'Agriculture du Pas-de-Calais. Ils font des essais comparatifs d'alimentation des vaches laitières avec la farine de luzerne et les pulpes séchées.

Dans deux exploitations, un essai identique est conduit portant sur deux lots de vaches laitières aussi homogènes que possible. L'un est destiné à être alimenté selon la méthode classique, l'autre avec une ration à base de pulpes séchées et de luzerne déshydratée.

#### 3. 2. 1. *Etablissement des lots.*

Pour répartir les vaches dans les deux lots, le principe des couples a été retenu. Les critères de répartition ont été les suivants :

— élimination des animaux à trop fort ou trop faible potentiel de production;

— établissement de couples ayant :

- des dates de dernier vélage proche,
- des numéros d'ordre de lactation, identiques ou de différence inférieure à 2, à partir de la troisième lactation,
- des productions journalières identiques,
- des poids comparables.

#### 3. 2. 2. *Durée de l'essai.*

Début : 26 novembre 1966.
Fin : 6 avril 1967.
Durée : 132 jours.

#### 3. 2. 3. *Contrôles.*

— Pesées tous les 15 jours.
— Production laitière mesurée par le contrôle laitier.

### 3. 2. 4. *Résultats.*

#### 3. 2. 4. 1. *Consommation totale.*

Un tableau résume les résultats.

TABLEAU 23

| LOT | ALIMENTS | QUANTITÉ Totale | QUANTITÉ Par tête | UF | MAD en kg | PRIX |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASSIQUE | Pulpes ensilées | 15 840 | 3 960 | 1 108 | 110,88 | 174,24 |
| | Choux ensilée | 11 088 | 2 772 | 1 332 | 110,35 | 243,94 |
| | Avoine | 792 | 198 | 634 | 60,98 | 277,20 |
| | Paille | 1 056 | 264 | 317 | 10,56 | 95,04 |
| | Foin luzerne | 3 168 | 792 | 1 373 | 212,26 | 475,20 |
| | Tourteau à 30 % | 790 | 197 | 790 | 237,60 | 458,20 |
| | TOTAL | | | 5 554 | 742,63 | 1 723,82 |
| | MOYENNE | | | 1 389 | 185,51 | 430,96 |
| EXPERIMENTAL | Farine luzerne | 3 591 | 898 | 2 406 | 162,62 | 1 723,82 |
| | Pulpes sèches | 2 112 | 528 | 1 690 | 84,48 | 802,56 |
| | Avoine | 2 112 | 528 | 1 690 | 162,62 | 739,20 |
| | Paille | 528 | 132 | 158 | 5,28 | 47,52 |
| | TOTAL | | | 5 944 | 825,92 | 2 882,04 |
| | MOYENNE | | | 1 486 | 206,73 | 720,51 |

Les rations moyennes journalières théoriques s'établissent de la façon suivante :

*Ration classique :*

| | |
|---|---|
| pulpes ensilées | 30 kg |
| choux ensilés | 21 kg |
| avoine | 1,5 kg |
| paille | 2 kg |
| foin de luzerne | 6 kg |
| tourteaux | 1,5 kg |

*Ration expérimentale :*

| | |
|---|---|
| luzerne déshydratée | 6,8 kg |
| pulpe séchée | 4 kg |
| avoine | 4 kg |
| paille | 1 kg |

3. 2. 4. 2. *Production laitière.*

Les productions moyennes en lait et taux butyreux des deux lots aux dates de contrôle sont portées sur le graphique qui suit.

La courbe de la ration expérimentale tant pour le lait que pour le taux butyreux moyen est plus régulière que celle de la ration classique qui a davantage accusé les fortes variations de température de la première décade de janvier ainsi qu'il avait été signalé plus haut.

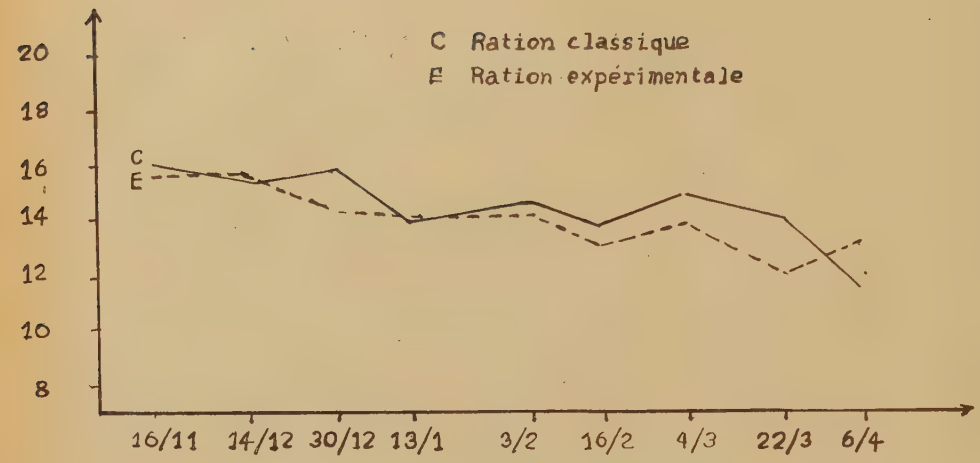
En ce qui concerne le taux butyreux, la courbe expérimentale est très nettement en-dessous de l'autre. Le taux moyen est faible et semblerait dû en première analyse à un très fort excès de M.A.D. (plus 300 g/jour) et à un manque de cellulose en brins que ne peut pas compenser le kilo de paille journalier. La consommation de M.S. était à son maximum en raison des fortes proportions de luzerne et des pulpes sèches, alors qu'un apport plus faible de la somme de ces deux composants aurait permis d'augmenter la consommation d'aliments et ballast tout en couvrant les besoins.

Si nous considérons les courbes de production, non plus à date de contrôle fixe, mais au stade de lactation comparable, on remarque :

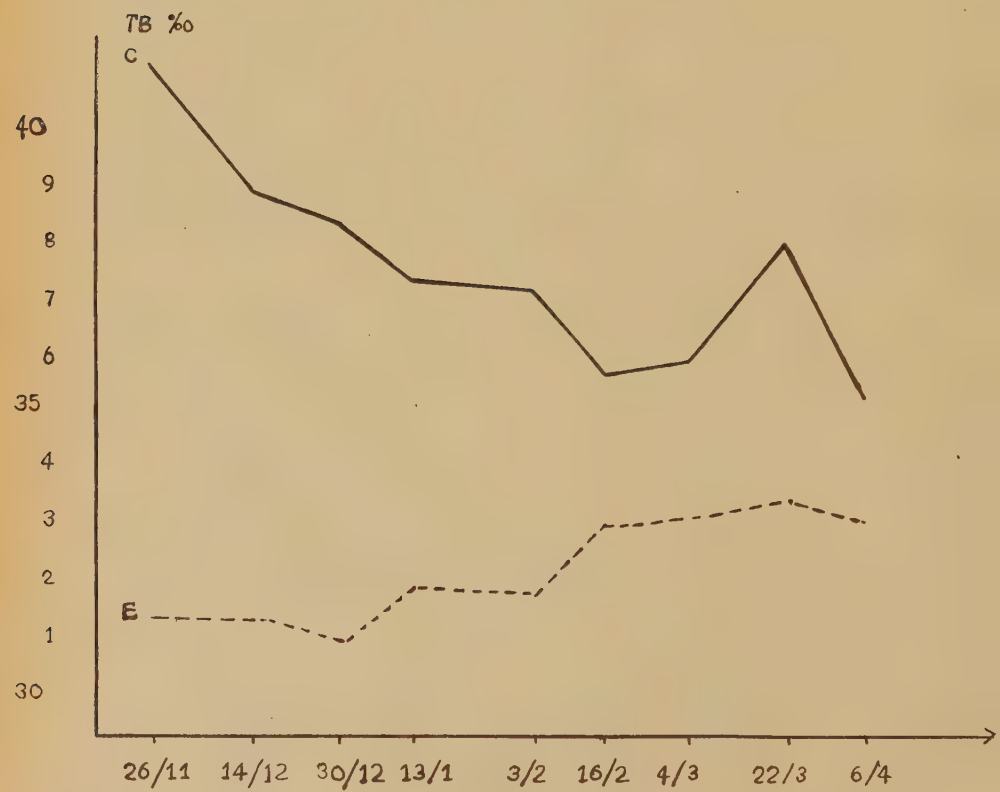
1° une meilleure persistance dans le cas de la ration expérimentale;

2° un taux butyreux généralement plus faible, mais se rapprochant davantage de la courbe théorique dans le cas de la ration expérimentale;

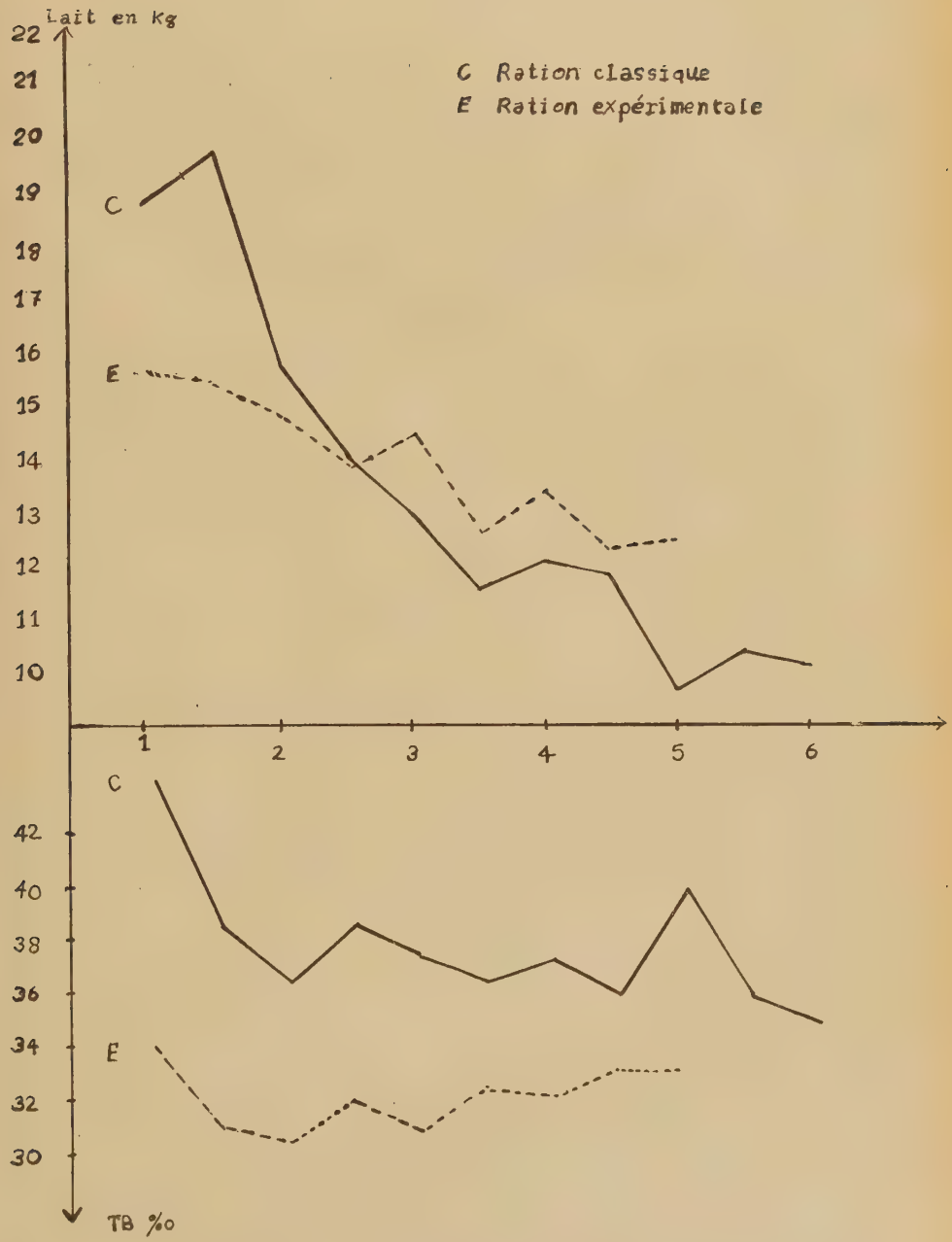
3° une dispersion moins forte autour de la courbe moyenne de production.




Courbe 4. — Courbe de production laitière.




Courbe 5.




Courbe 6. — Production laitière et taux butyreux selon le stade de lactation.

Il semble donc que la ration expérimentale maintienne mieux la production des animaux et la rende moins soumise aux autres conditions extérieures que la ration classique. L'agriculteur est donc davantage maître de son aliment, tant au point de vue qualitatif que quantitatif, la remarque concernant l'excès azoté et le manque de cellulose en brins étant toujours valable.

### 4. La luzerne déshydratée dans l'alimentation des moutons

Pinot et Jarrige, en 1958 [203 *bis*], sur quatre lots d'agneaux, étudient quatre types de ration :

*Lot 1 :* a reçu *ad libitum* l'aliment concentré et le foin de luzerne sous forme normale.

*Lot 2 :* a reçu *ad libitum* l'aliment concentré et le foin de luzerne sous forme condensée.

*Lot 3 :* a reçu *ad libitum* le foin de luzerne sous forme normale et une quantité limitée d'aliment concentré égale à celle ingérée par le lot 2.

*Lot 4 :* a reçu *ad libitum* l'aliment concentré et une quantité limitée de foin de luzerne condensée, égale à la quantité de foin normal ingérée par le lot 1.

Composition du concentré :

— orge..... 50 %
— maïs..... 35 %
— son..... 10 %
— minéral..... 5 %
(65 % de phosphate bicalcique,
35 % de sel marin)

Le résultat de ces essais peut être résumé en deux tableaux.

## Tableau 24

### *Quantités d'aliment ingérées*

| LOTS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Régimes | | Foin normal à volonté Aliment concentré à volonté | Foin condensé à volonté Aliment concentré à volonté | Foin normal à volonté Aliment concentré aligné sur (2) | Foin condensé aligné sur (1) Aliment concentré à volonté |
| Quantité ingérée par jour (kg de matière sèche) | foin | 0,28 | 0,76 | 0,41 | 0,28 |
| | aliment concentré | 0,89 | 0,74 | 0,75 | 0,79 |
| | total | 1,17 | 1,50 | 1,16 | 1,07 |
| Matière sèche ingérée (kg)/kg de gain de poids vif | | 4,38 | 5,54 | 4,48 | 4,69 |
| Composition de la ration ingérée (% de la matière sèche) | aliment concentré | 76 | 49 | 65 | 74 |
| | matières azotées | 13,6 | 14,9 | 13,8 | 13,4 |
| | matières cellulosiques | 11,2 | 17,3 | 14,0 | 11,5 |

## Tableau 25

*Poids vifs et gains de poids*

| LOTS | | 1 | 1 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Régimes | | Foin normal à volonté Aliment concentré à volonté | Foin condensé à volonté Aliment concentré à volonté | Foin normal Foin normal Aliment concentré à volonté | Foin condensé aligné sur (1) Aliment concentré à volonté |
| Poids vif moyen initial (kg) | | 21,0 ± 0,62 | 21,4 ± 0,53 | 21,5 ± 0,69 | 20,8 ± 0,62 |
| Poids vif moyen à la fin de l'expérience (kg) | | 34,5 ± 0,40 | 33,9 ± 0,25 | 34,2 ± 0,47 | 33,6 ± 0,49 |
| Durée moyenne de l'expérience (j) | | 50,1 ± 3,84 | 46,6 ± 2,86 | 49,5 ± 3,80 | 57,6 ± 3,58 |
| Gain de poids vif moyen (g/j) | | 268 ± 11,7 | 270 ± 10,3 | 258 ± 14,1 | 222 ± 9,6 |
| Contenu digestif % du poids vif | | 13,3 | 13,5 | 15,7 | 15,8 |
| Poids de carcasse (kg) | | 16,6 ± 0,23 | 16,0 ± 0,17 | 15,9 ± 0,28 | 15,9 ± 0,24 |
| Poids de carcasse % du poids vif vide | | 56,7 ± 0,47 | 55,2 ± 0,38 | 56,6 ± 0,65 | 57,0 ± 0,45 |
| Poids de la graisse périrénale (g) | | 321 ± 28,1 | 267 ± 22,2 | 295 ± 30,3 | 290 ± 30,0 |
| Proportion des différents tissus dans l'épaule | Os. | 18,3 ± 0,25 | 17,8 ± 0,34 | 18,1 ± 0,35 | 18,4 ± 0,25 |
| | Muscles. | 61,7 ± 0,59 | 60,9 ± 0,47 | 60,7 ± 0,75 | 62,0 ± 0,58 |
| | Gras. | 15,3 ± 0,64 | 14,9 ± 0,63 | 16,3 ± 0,59 | 14,9 ± 0,73 |

Les différences dans les quantités de matières organiques digestibles ingérées rendent très bien compte des différences dans les gains de poids effectués par les agneaux des lots 1, 3 et 4. Il n'en est pas de même pour les agneaux du lot 2. Ils semblent moins bien utiliser l'énergie digestible que les autres.

Ces expériences montrent que les jeunes agneaux sevrés peuvent ingérer sans risque du foin condensé en remplacement du foin normal quand ils disposent de litière de paille.

Le concentré et le foin condensé sont consommés à partie égale. Pour qu'ils aient un effet optimum il est préférable qu'ils soient agglomérés ensemble (à partie égale).

### 4. 1. *Production d'agneaux de 100 jours avec des granulés de luzerne et des céréales (à la Bergerie Nationale de Rambouillet)*

Trois essais successifs furent réalisés :

— le premier, de septembre à fin décembre 1963:
— le deuxième, de janvier à mai 1964;
— le troisième, de septembre à décembre 1964.

#### 4. 1. 1. *Premier lot.*

Nous constituons un lot de 45 agneaux mâles et femelles nés entre le 1er et le 15 septembre. Nous mettons à leur disposition l'aliment suivant :

— 50 % de granulés de luzerne grossièrement cassés au concasseur;
— 25 % d'orge aplatie;
— 25 % d'avoine aplatie.

Cet aliment est placé dans une augette dès la deuxième semaine. Puis, à un mois, nous le mettons dans une trémie. Il est ainsi donné *ad libitum*. La consommation du début

semble insuffisante; nous introduisons alors du tourteau dans le mélange et nous diminuons le granulé de luzerne pour augmenter l'appétence.

A 70 jours environ, on retire les agnelles ayant une bonne croissance. Elles s'adaptent ensuite très bien à leur nouveau régime classique constitué de foin de luzerne et de céréales.

TABLEAU 26

*Premier lot*

*30 agneaux Ile-de-France nés en août et septembre 1963*

| N° AGNEAUX | N° MÈRE | DATE DE NAISSANCE | AGE A LA VENTE | POIDS A LA NAISSANCE | POIDS A LA VENTE | GAIN DE LA 1re A LA 2e PESÉE 10-30 j. | POIDS DE LA CARCASSE | GAIN MOYEN NAISSANCE VENTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 517 | 011 | 12-8-63 | 108 | 5 | 35,8 | 295 | 19,400 | 288 |
| 518 | 752 | 12-8-63 | 120 | 5,2 | 33,5 | 170 | 16,500 | 236 |
| 526 | 147 | 30-8-63 | 102 | 4,5 | 32 | 245 | 16,500 | 269 |
| 536 | 030 | 10-9-63 | 91 | 6,5 | 32,8 | 275 | 16 | 289 |
| 537 | 033 | 10-9-63 | 91 | 5,2 | 33 | 300 | 15,500 | 306 |
| 534 | 825 | 8-9-63 | 93 | 5,6 | 36 | 355 | 18 | 327 |
| 533 | 938 | 7-9-63 | 94 | 5,1 | 39,7 | 300 | 20 | 368 |
| 520 | 839 | 21-8-63 | 111 | 3,5 | 30,8 | 280 | 15,500 | 246 |
| 527 | 041 | 1-9-63 | 101 | 5,2 | 35,8 | 220 | 19 | 303 |
| 523 | 262 | 26-8-63 | 106 | 4,3 | 31,8 | 160 | 15 | 260 |
| 530 | 863 | 5-9-63 | 104 | 5 | 32 | 275 | 16 | 260 |
| 532 | 125 | 6-9-63 | 103 | 4,2 | 30,3 | 175 | 16 | 253 |
| 525 | 711 | 30-8-63 | 110 | 6,3 | 33 | 190 | 15,5 | 242 |
| 516 | 836 | 10-8-63 | 130 | 3 | 28,7 | 160 | 14 | 197 |
| 383 | 075 | 10-8-63 | 130 | 4,8 | 27,2 | 220 | 14 | 172 |
| 524 | 121 | 26-8-63 | 114 | 4,5 | 37 | 300 | 18,500 | 285 |
| 556 | 07 | 28-9-63 | 82 | 5,7 | 30 | 385 | 16 | 296 |
| 549 | 872 | 23-9-63 | 90 | 5,5 | 37,1 | 260 | 16 | 351 |
| 522 | 231 | 25-8-63 | 121 | 3,6 | 36,5 | 210 | 16 | 274 |
| 561 | 544 | 2-10-63 | 80 | 5,3 | 37,2 | 350 | 16,500 | 399 |
| 553 | 945 | 26-9-63 | 89 | 4,2 | 35,2 | 260 | 16,500 | 378 |
| 400 | 044 | 13-9-63 | 102 | 4,7 | 33,5 | 200 | 16 | 282 |
| 548 | 962 | 23-9-63 | 89 | 4 | 30,6 | 295 | 14,6 | 299 |
| 529 | 205 | 4-9-63 | 108 | 4,5 | 26 | 210 | 13,3 | 199 |
| 547 | 809 | 23-9-63 | 99 | 4,6 | 31,6 | 240 | 15,500 | 283 |
| 545 | 027 | 22-9-63 | 100 | 6 | 35,8 | 275 | 17 | 298 |
| 383 | 031 | 26-8-63 | 116 | 3,7 | 30 | 145 | 15 | 227 |
| 544 | 939 | 20-9-63 | 102 | 4,7 | 33,5 | 275 | 16,500 | 313 |
| 540 | 751 | 19-9-63 | 93 | 5 | 30,2 | 195 | 14,500 | 271 |
| 528 | 906 | 2-9-63 | 99 | 5 | 33 | 200 | 16 | 283 |

4. 1. 2. *Deuxième lot.*

Un lot de 75 mâles et femelles, dont 23 jumeaux, est divisé en deux groupes identiques. Dès la deuxième semaine deux trémies sont mises à leur disposition, une contenant le granulé de luzerne grossièrement broyé, l'autre contenant le mélange orge-avoine aplatie.

La consommation moyenne des aliments séparés est meilleure. En fin d'engraissement, pour stimuler l'appétit, des grains sont apportés.

*Résultats :*

— 23 agnelles ayant un gain de poids moyen supérieur à 250 g sont conservées;

— 49 agneaux, vendus à la boucherie;

— poids moyen à la naissance : 4,4 kg;

— âge moyen à la vente : 117 jours;

— gain de poids moyen par jour : 243 g;

— poids moyen des carcasses : 15,8 kg;

— poids vif moyen : 32,9 kg.

La vente a été faite en qualité extra.

La consommation moyenne d'aliment de complément par agneau est de 76 kg, dont 52 kg de granulés de luzerne déshydratée et 24 kg de céréales.

*Observations :*

Une consommation plus importante de céréales aurait permis de gagner 2 kg de poids de carcasse sans être trop grasse. Ainsi, la consommation de granulés a été trop importante, les carcasses manquent de graisse de couverture.

4. 1. 3. *Troisième lot.*

59 agneaux mâles et 59 agnelles, nés entre le 9 août et le 30 septembre, constituent deux lots identiques.

Pour débuter, de la deuxième à la quatrième semaine, on place une trémie contenant des granulés de luzerne déshydratée grossièrement cassés puis distribués entiers. Dans une deuxième trémie on dispose de l'avoine et de l'orge aplaties au début puis en grains ensuite (vers deux mois et demi environ). Vers deux mois, on varie les grains pour stimuler l'appétit.

De ces deux groupes, 40 agnelles sont retirées à deux mois et demi. Elles ont toutes réalisé un gain de poids supérieur à 260 g. Ensuite 39 agneaux sont vendus à la boucherie. Un tableau résume les résultats obtenus par ces agneaux.

Les agneaux restants sont vendus par lot :

— 10 agneaux à 106 jours, à un poids moyen de carcasse de 18,4 kg;

— 20 agneaux à 117 jours, à un poids moyen de carcasse de 16,2 kg;

— 7 retardataires à 117 jours, à un poids moyen de carcasse de 14 kg.

En ce qui concerne les 39 agneaux :

— le gain moyen fut de 310 g;

— l'âge moyen à la vente 104 jours;

— le poids moyen des carcasses 17,6 kg.

La vente s'est effectuée en extra.

L'âge moyen de vente des 76 agneaux est de 109 jours.

## Tableau 27

*Troisième lot*
*30 agneaux Ile-de-France. Agnelage août-septembre 1964*

| N° AGNEAUX | N° MÈRE | DATE DE NAISSANCE | POIDS A LA NAISSANCE | POIDS A LA VENTE | AGE A LA VENTE | POIDS DE LA CARCASSE | GAIN DE LA 1re A LA 2e PESÉE 10-30 j. | GAIN MOYEN PAR JOUR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 598 | 064 | 9-8-64 | 6 | 40 | 98 | 20 | 365 | 346 |
| 601 | 101 | 16-8-64 | 5,2 | 35,1 | 114 | 17 | 280 | 262 |
| 602 | 011 | 18-8-64 | 5,2 | 37,3 | 104 | 19,5 | 310 | 308 |
| 603 | 044 | 25-8-64 | 4,5 | 35,2 | 97 | 17 | 270 | 316 |
| 606 | 906 | 27-8-64 | 4,8 | 37,8 | 95 | 19 | 260 | 334 |
| 607 | 339 | 28-8-64 | 4,3 | 38,2 | 94 | 19 | 360 | 360 |
| 609 | 600 | 29-8-64 | 5 | 38,2 | 93 | 18 | 290 | 358 |
| 615 | 643 | 1-9-64 | 4,7 | 35,5 | 90 | 18 | 280 | 342 |
| 599 | 041 | 11-8-64 | 5,7 | 42,6 | 108 | 21 | 285 | 341 |
| 613 | 309 | 31-8-64 | 4,6 | 37 | 98 | 18,5 | 310 | 335 |
| 604 | 104 | 26-8-64 | 5,1 | 37,2 | 103 | 17 | 235 | 311 |
| 608 | 905 | 29-8-34 | 4,8 | 37,7 | 100 | 18,5 | 205 | 329 |
| 618 | 027 | 1-9-64 | 5 | 38,3 | 97 | 17,5 | 265 | 343 |
| 626 | 901 | 5-9-64 | 5,5 | 37,6 | 93 | 18 | 280 | 345 |
| 629 | 223 | 8-9-64 | 6 | 38,8 | 90 | 17,5 | 235 | 364 |
| 600 | 131 | 14-8-64 | 4,4 | 36,2 | 123 | 16,5 | 230 | 258 |
| 617 | 204 | 1-9-64 | 2,7 | 38,2 | 105 | 19,5 | 335 | 338 |
| 628 | 373 | 7-9-64 | 5 | 37,9 | 99 | 17 | 265 | 332 |
| 605 | 156 | 27-8-64 | 5 | 43,8 | 116 | 23 | 265 | 334 |
| 610 | 945 | 30-8-64 | 4,5 | 35,9 | 113 | 17 | 285 | 278 |
| 612 | 147 | 31-8-64 | 4,8 | 37,8 | 112 | 17 | 265 | 294 |
| 614 | 053 | 31-8-64 | 5,3 | 39,1 | 112 | 18 | 150 | 305 |
| 616 | 124 | 1-9-64 | 5 | 35,5 | 111 | 15 | 205 | 274 |
| 619 | 848 | 2-9-64 | 4,7 | 35,3 | 110 | 18 | 325 | 278 |
| 620 | 282 | 2-8-64 | 4,5 | 34 | 110 | 16 | 285 | 268 |
| 622 | 270 | 2-9-64 | 5 | 40,4 | 110 | 18,5 | 245 | 321 |
| 624 | 114 | 3-9-64 | 4,8 | 34 | 109 | 16 | 300 | 267 |
| 627 | 033 | 6-9-64 | 4,8 | 36 | 106 | 17 | 280 | 294 |
| 630 | 100 | 10-9-64 | 4,6 | 38,3 | 102 | 19 | 310 | 330 |
| 631 | 868 | 10-9-64 | 5,4 | 33,4 | 102 | 16 | 275 | 274 |
| 633 | 944 | 12-9-64 | 3,8 | 40,6 | 100 | 18,5 | 320 | 368 |
| 637 | 288 | 16-9-64 | 5 | 36 | 96 | 17 | 270 | 322 |
| 642 | 939 | 18-9-64 | 4,9 | 35,5 | 94 | 16 | 295 | 325 |
| 646 | 244 | 22-9-64 | 5,8 | 34,5 | 104 | 17 | 255 | 275 |
| 473 | 863 | 25-8-64 | 4 | 33,5 | 118 | 17 | 225 | 334 |
| 476 | 150 | 29-8-64 | 3,9 | 35,9 | 114 | 18 | 220 | 280 |
| 477 | 329 | 30-8-64 | 4,3 | 29,7 | 113 | 14 | 200 | 224 |
| 485 | 306 | 1-9-64 | 4,8 | 33,9 | 111 | 16 | 205 | 262 |
| 500 | 075 | 12-9-64 | 5 | 32,6 | 99 | 26 | 270 | 278 |

*Consommation moyenne :*

La consommation moyenne d'aliment de complément par agneau est de 70 kg, dont :

— 36 kg de granulés de luzerne déshydratée;

— 34 kg de céréales.

*Observations :*

Une plus grande variété de céréales a permis d'équilibrer la consommation en grain - granulés de luzerne.

4. 1. 4. *Conclusion des trois expériences.*

*Période d'adaptation :*

Dès le quinzième jour, pour les jumeaux, il est possible de mettre à leur disposition un aliment démarrage en granulés avec son, orge, avoine aplatie.

Dès la quatrième semaine, des granulés de luzerne déshydratée cassés au broyeur sont incorporés.

*Conduite du libre-service :*

A quatre ou cinq semaines deux trémies sont placées :

— une avec des granulés de luzerne déshydratée;

— une avec de l'orge et de l'avoine aplaties.

*Finition :*

Vers deux mois et demi les trémies sont garnies avec des granulés de luzerne déshydratée et des grains entiers.

Parfois, pour stimuler l'appétit, il est utile de donner quelques grains autres : blé, maïs.

## C) PATHOLOGIE LIÉE A CE SYSTÈME D'ALIMENTATION

L'emploi de la farine de luzerne déshydratée est très récent, par conséquent la pathologie liée à cette alimentation reste encore mal connue. Le plus souvent, dans les publications, nous rencontrons des articles généraux sur les fourrages agglomérés et les céréales. Les études réalisées sur la luzerne déshydratée proprement dite sont pratiquement inexistantes.

Larvor (C.R.Z.V.) [158 *bis*] vient de faire un rapport sur les connaissances actuelles des accidents entraînés par une alimentation à base de fourrages agglomérés et de céréales.

Libersa [160 *bis*] publie, dans le bulletin du Syndicat National des Vétérinaires Français, une étude sur le jeune bovin précoce dans la Marne. Il traite d'une façon précise la pathologie liée à cette alimentation composée de luzerne déshydratée et de pulpes séchées. Cette étude repose sur un faible nombre d'animaux.

Seren [232 *bis*], enfin, envisage l'aspect anatomo-pathologique et clinique de ce nouveau mode d'alimentation dans l'élevage bovin moderne au cours des X^es^ Journées Vétérinaires de Toulouse.

A la suite de ces trois publications, nous pouvons faire une synthèse et étudier les maladies enregistrées sous l'aspect suivant :

1. Météorisations.
2. Toxicose aiguë.
3. Toxicose chronique.
4. Lésions du rumen.
5. Abcès hépatiques.
6. Néphrites et calculs urinaires.

## 1. Météorisations

Les météorisations résultent de l'accumulation dans le rumen de gaz non évacués. Leur cause peut donc être soit un obstacle à l'évacuation des gaz, soit une production excessive de ces gaz de fermentation, les deux phénomènes pouvant être concomitants [158 *bis*].

Les symptômes ressemblent beaucoup à ceux de la météorisation provoquée par l'ingestion de certains fourrages verts, mais le mécanisme en est différent.

Dans la météorisation classique, il y a production d'une quantité importante de gaz, l'obstacle à leur évacuation étant principalement la formation de mousses stables en relation avec la tension superficielle et la viscosité anormale du contenu du rumen; les phénomènes moteurs ne sont pas altérés au moins au début [160 *bis*].

Dans la météorisation avec une ration agglomérée, la motricité du rumen est arrêtée, or l'éructation dépend étroitement de cette motricité. Nous comprenons donc aisément qu'il puisse s'accumuler des gaz non évacués. La production de gaz semble de plus favorisée par la mouture fine de l'alimentation. Journet et Demarquilly, en 1967 [137], montrent que l'incubation *in vitro*, en présence de salive du contenu du rumen de bovins alimentés avec de la luzerne, produit à poids égal une quantité de gaz environ deux fois plus importante, lorsque la luzerne a été distribuée sous forme condensée, par rapport à la forme longue. Cet excès de gaz doit être surtout constitué d'anhydride carbonique. Blaxter et Graham, en 1956 [29], observent une diminution de la production de méthane en administrant du foin sous forme pulvérisée et agglomérée.

A l'aide de quelques données bibliographiques sur cette question, nous trouvons les résultats obtenus par les auteurs anglo-saxons : selon Fossland et Fitch en 1958 [99], Neale en 1958 [183], Ronning en 1960 [221], Emery et Brown en 1961 [84], Nicholson et al. en 1963-a [189], Nicholson et al. en 1963-b [190], Roberts en 1964 [219], Preston et al. en 1963 [206], Oltjen et Davis en 1965 (a et b) [193], Haenlien et al. en 1966 [111].

Pour ces différents auteurs, ce type de météorisation touche aussi bien les vaches laitières que les bouvillons. Il se produit avec des rations entièrement granulées, ou à base de grains aplatis de nature variable (orge, maïs, mélanges divers) même si les granulés contiennent une forte proportion de fourrage. L'administration de paille ou d'ensilage supprime ou tout au moins l'atténue fortement. Il en résulte une restauration complète ou partielle de la rumination.

La forme sous laquelle les aliments sont présentés joue aussi un rôle à vrai dire encore très obscur : Béranger [23] a constaté que, si l'on donne à des vaches de la luzerne condensée plus une forme de céréale agglomérée (les deux produits étant séparés), il y a des cas de météorisation, alors que, si la farine de luzerne et la céréale avaient été mélangées avant d'être agglomérées, il n'y a pas d'accident. De même, si la luzerne est condensée et mélangée à une céréale, sous forme pulvérulente, les animaux ne météorisent pas.

Les météorisations observées avec des rations agglomérées sont en général chroniques et discrètes, mais rarement aiguës et mortelles. Elles entraînent cependant une baisse de consommation et de production. Leur prophylaxie sera basée sur la distribution d'un complément fibreux sous forme longue, soit en laissant simplement les animaux sur une litière propre qu'ils peuvent consommer.

De plus, il ne faut pas oublier que les animaux réagissent très différemment d'un individu à l'autre. Certains d'entre eux sont très sensibles à la météorisation et gonfleront quelles que soient les précautions prises; d'autres ne météorisent jamais. Dans les cas, heureusement assez rares, où un bovin particulièrement sensible persisterait à météoriser malgré un complément de paille, le plus sage serait de l'alimenter suivant une méthode classique [158 *bis*].

### 2. Toxicose aiguë [160 *bis*]

Elle se caractérise par une atteinte brutale d'un ou plusieurs animaux (jusqu'à 20 % de l'effectif). L'évolution est extrêmement rapide dans certains cas (moins de 6 heures) et, comme l'évolution de toute maladie, dépend d'un certain nombre de facteurs prédisposants et déterminants. Cette toxicose n'a été observée que sur des animaux soumis à des régimes concentrés.

#### 2. 1. *Facteurs prédisposants*

2. 1. 1. *Le parasitisme.*

La fréquence est plus grande avec des animaux parasités. Après traitement de ce parasitisme, le nombre de cas diminue.

2. 1. 2. *Le stress.*

Les lots, ayant présenté une fatigue plus importante à l'arrivée, sont plus facilement atteints.

2. 1. 3. *L'adaptation nutritionnelle.*

Le nombre de cas augmente si les animaux consomment d'emblée une grosse quantité de granulés.

### 2. 2. *Facteurs déterminants*

#### 2. 2. 1. *L'erreur alimentaire.*

Il a été observé un déclenchement de toxicose sur un lot ayant reçu une alimentation en granulés titrant 5 % de plus de matière protéique que ceux qu'ils recevaient depuis deux mois.

#### 2. 2. 2. *Le facteur accumulation.*

Les accidents n'apparaissent qu'au bout de quinze jours après la mise à l'alimentation concentrée.

### 2. 3. *Symptômes*

Au début, se manifeste une entérite légère suivie de troubles locomoteurs. La démarche est ébrieuse, puis surviennent les parésies affectant le train postérieur ou le train antérieur. La température légère au départ s'abaisse rapidement, l'animal se déshydrate et meurt prostré.

A ce tableau impressionnant par sa brutalité et son intensité correspond le tableau nécropsique suivant.

### 2. 4. *Lésions*

Le foie est hypertrophié (volume doublé), de teinte variable tirant sur le mastic et allant à l'orange; des reins hémorragiques, des suffusions sur les intestins, des poumons congestionnés.

Les examens bactériologiques donnent des résultats discordants : Pasteurella, collibacille, et parfois rien.

### 2. 5. *Traitement*

Des résultats satisfaisants sont obtenus sur des animaux même gravement atteints (parésie) à condition d'intervenir assez rapidement avec le traitement suivant :

— plasma en I.V. (polyvinylpyrrolidine, glucose, sorbitol) ;

— hydrocortancyl en I.V. : 100 mg;

— oxytétracycline en I.V. : 500 mg;

— acétylméthionine: 5 g, et pantothénate de calcium: 1 g en I.V.

L'amélioration se manifeste au bout de 24 heures, et la guérison est obtenue en 4 à 5 jours. Durant cette période, on maintient une légère couverture antibiotique et l'administration I.M. de méthionine. Nous avons essayé d'améliorer le traitement en administrant du sérum antigangréneux, mais le bénéfice n'est pas certain.

### 2. 6. *Prophylaxie*

On peut diminuer le nombre de cas en faisant :

1° une dose choc de vitamines A $D_3$, à l'arrivée;

2° un déparasitage systématique;

3° une adaptation alimentaire étalée sur un mois.

## 3. Toxicose chronique [160 *bis*]

Cette affection se caractérise par un arrêt brutal de la croissance. Il semble qu'il s'agisse d'une impossibilité pour l'animal d'assimiler les protéines qui lui sont fournies. Il semble que la cause déterminante de cette affection soit l'excès de matière protéique dans la ration.

### 3. 1. *Symptômes*

Cette affection s'observe sur un lot entier. Malgré une consommation normale, le gain journalier descend à moins de 500 g. L'aspect extérieur de l'animal se modifie. Le poil devient hirsute, le développement général fait penser à un animal sous-alimenté.

### 3. 2. *Pronostic*

Très grave du point de vue économique, car ces animaux sont difficiles à récupérer.

### 3. 3. *Traitement*

Il faut modifier le régime en instituant un régime à base de céréales sans apport protéique extérieur.

Une administration de vitamine A facilite la remise en état du tractus digestif.

## 4. Lésions du rumen

### 4. 1. *Description*

Elles ont été signalées par Smith en 1964 [237] chez les bovins et par Thomson et al. en 1957 [245] et Jensen et al. en 1958 [133 *bis*] chez les agneaux nourris avec une ration agglomérée (luzerne + céréales).

Nous distinguons plusieurs types de lésions qui ne sont pas forcément associées. Nous adopterons la classification très complète de Wieser et al. en 1966 [263 *bis*] qui distingue trois catégories de lésions, en y ajoutant une autre lésion, la pigmentation anormale du rumen, très fréquemment décrite par : Beardsley en 1959 [17], Ward en 1962 [254], Woods et al. en 1963 [265], Oltjen et al. en 1965 a [193, 194].

4. 1. 1. *Ruminite aiguë.*

*Classe 1 :* Zones congestionnées de surface variable. Villosités généralement normales avec quelques régions exsudatives. Le sac dorsal antérieur est le plus fréquemment touché.

*Classe 2 :* Altération et inflammation des villosités, avec quelques déformations évidentes (extrémités érodées souvent couvertes d'exsudat, nécroses, dépigmentation).

*Classe 3 :* Ulcères aigus (en général sur les piliers antérieurs ou postérieurs).

4. 1. 2. *Ruminite chronique.*

*Classe 1 :* Zones dépourvues de villosités dépigmentées avec nodules épithéliaux.

*Classe 2 :* Cicatrices.

*Classe 3 :* Nodules proéminents presque exclusivement sur les piliers antérieurs et postérieurs.

4. 1. 3. *Agglomération de villosités.*

Assez souvent on trouve des villosités agglomérées par groupe de 10 ou 20; parfois, toutes les villosités du rumen sont ainsi agglomérées par paquets. Il faut un lavage énergique pour les séparer, des poils et des débris alimentaires collés avec les villosités sont fréquemment trouvés.

4. 1. 4. *Pigmentation anormale du rumen.*

On observe souvent une pigmentation forcée du rumen qui n'est pas particulièrement associée aux lésions précédentes [17] et [193]. Ce pigment, qui ne paraît pas présenter d'intérêt pathologique particulier, serait un phénomène de surface associé à des facteurs chimiques survenant dans le liquide du rumen [265].

### 4. 2. *Circonstances d'apparition*

Ce sont les rations entièrement broyées et agglomérées ou non qui déclenchent ces ruminites. L'administration d'un supplément de paille à volonté pour Cullison en 1961 [73] ou de 1 400 g de foin long pour Wise et al. en 1965 [263] fait disparaître totalement les nombreux cas de ruminite observés avec des rations agglomérées. L'administration sous forme pulvérulente ou comprimée ne joue pas; c'est l'avis de Mc Clure et al. en 1960 [56]. La composition de l'aliment aggloméré intervient aussi : les ruminites augmentent en fréquence et en intensité lorsque le granulé contient plus de concentré. Beardsley et al. en 1959 [17] observent de nombreuses lésions avec un rapport concentré/fourrage de 70/30, et peu de lésions avec un rapport 55/45 ou 40/60. Ils observent des modifications des villosités avec un rapport 50/50 et un rumen normal avec un rapport 30/70.

Les lésions de ruminite apparaissent souvent très rapidement après le changement de régime; avec uniquement de la pulpe séchée, Vidac et al. en 1960 [252] remarquent qu'elles surviennent en 4 à 6 jours avec uniquement de la luzerne condensée, elles surviennent en 2 à 6 semaines, c'est une observation de Hinders et Owen en 1965 [125]. Les variations individuelles sont très importantes, mais dans tous les cas il s'agit d'animaux sans litière.

Parmi les nombreuses modifications chimiques du contenu du rumen qui résultent d'un tel traitement, quel est donc le facteur responsable des altérations de la paroi ?

Harris, en 1962 [114], incrimine le pH acide du rumen; cependant celui-ci ne paraît pas en cause, puisque l'addition d'un tampon à la ration n'influence pas le

nombre de ruminites. Nicholson et al. en 1963 b [190], Wise et al. en 1965 [263], Oltjen et al. en 1956 b [193], Haskins et al. en 1965 [124] en font la remarque.

En ce qui concerne les acides gras volatils du rumen, nous savons qu'une ration agglomérée entraîne une diminution du rapport acétique/propionique, malheureusement les publications permettant de comparer ce rapport avec l'état du rumen sont peu nombreuses. L'examen de ces données montre une tendance à l'association entre les ruminites et un rapport acétique/propionique faible. Deux travaux ont eu pour base une hypothèse de travail analogue, Vidacs et Ward, en 1960 [252], ayant montré que, chez des vaches porteuses d'une fistule du rumen, l'administration de pulpes séchées entraîne des ulcérations du rumen, ont ajouté de l'acide acétique à la ration de façon à rétablir dans le rumen une concentration normale en acide acétique. Ils constatent alors l'arrêt des progrès de la nécrose, mais sans guérison. De plus, si on donne du foin à une vache à ruminite, les lésions vont se guérir progressivement et, si l'on ajoute à ce foin de l'acide acétique, au lieu de l'accélération escomptée on assiste au ralentissement de la guérison. La faible teneur acétique semble donc un des facteurs de cette pathologie, mais n'est certainement pas seule en cause. D'autres auteurs ont essayé d'agir sur l'autre terme du rapport au moyen de quantités élevées de propionate et de butyrate administrées avec la ration à des veaux sevrés précocement, ce qui a permis à Gilliland et al. en 1962 [103] d'observer des lésions de kératinisation du rumen très voisines de celles qui nous intéressent ici.

Cet ensemble de résultats demande encore à être précisé mais en première analyse, il suggère assez fortement l'effet du rapport acide acétique/acide propionique sur la paroi du rumen.

### 5. Abcès hépatiques

Les abcès du foie sont la conséquence de la toxicose chronique qui est plus ou moins apparente [160 *bis*].

Aussi bien en Grande-Bretagne qu'aux U.S.A., les abcès du foie sont considérés comme l'inconvénient sanitaire le plus sérieux de l'alimentation avec des aliments agglomérés de bovins placés sur sol nu ou sur caillebotis. Sur un échantillon de 8 600 « barley beef » abattus en Ecosse en 1964, Wieser et al. en 1966 [263 *bis*] rapportent une incidence de 22,2 % d'abcès du foie, alors que la moyenne britannique de cette lésion se situe aux environs de 3,3 % (sur deux millions de bovins abattus en 1961, 1962 et 1963).

Ces abcès sont en nombre variable sur chaque foie (1 à 15, moyenne 5) en général encapsulés et de 1 à 4 cm de diamètre [263 *bis*]. Leur présence entraîne évidemment la saisie du foie. L'examen bactériologique permet d'isoler en général *Spherophorus necrophorus* qui est un hôte normal du rumen (L.D. Smith, 1963 [238], Wieser et al. en 1966 [263 *bis*]).

L'injection d'une culture de ce microbe dans la veine porte a permis à Jensen et al. en 1964 [133] de provoquer de tels abcès. Cette production expérimentale jointe à l'observation par Flint et Jensen en 1958 [98], d'une relation entre la présence d'abcès du foie et de lésions de ruminite, confirme pleinement l'hypothèse émise dès 1944 par H.A. Smith [237] d'une pénétration de micro-organismes dans le sang à travers les lésions du rumen.

Les abcès expérimentaux provoqués par Jensen et al. en 1954 [133] finissent par disparaître au bout de 3 à 4 mois, laissant une cicatrice. Différents auteurs ont tenté de prévenir ces abcès en administrant systématiquement des antibiotiques dans l'alimentation. La bacitracine, à la

dose de 70 mg/jour, resta sans effet (Haskins et al. en 1965 [124]). Par contre, la chloretétracycline (auréomycine) a permis de diminuer nettement cette pathologie. Flint et Jensen en 1958 [98] ont montré son efficacité chez des bovins adultes. Harvey et al. en 1965 [117] ont observé, chez des bouvillons engraissés à l'auge, 14 cas d'abcès sur 32 animaux avec une ration granulée témoin, et 1 cas sur 32 avec la même ration plus 75 mg de chloretétracycline par animal et par jour. Wieser et al. en 1966 [263 *bis*] ont constaté 38 cas d'abcès chez 135 Barley beef témoins et 16 cas chez 136 animaux recevant un supplément de 20 mg de chloretétracycline par kilogramme d'aliment (ingestion moyenne par jour : 78 mg). Ce traitement n'ayant pas eu d'influence sur les lésions du rumen, il faut admettre que la protection s'est exercée au niveau du sang et du tissu hépatique, l'auréomycine ayant atténué la virulence du germe.

### 6. Néphrites et calculs urinaires

Un seul groupe d'auteurs américains : Nicholson et al., 1961, 1962, 1963 a et b [186, 188, 189, 190], signalent la présence d'un grand nombre de cas de néphrites dégénératives. Leur origine est mal connue.

Les calculs urinaires par contre présentent une fréquence très élevée surtout dans l'élevage ovin, mais parfois aussi chez les bovins, dans les conditions de l'engraissement intensif des jeunes avec des rations non fibreuses. Les facteurs prédisposants ou inhibiteurs ont pu être démontrés :

— le broyage de la ration favorise l'apparition de calculs urinaires et la granulation plus encore (Crookshank et al., 1965 [68]). Cependant, il faut pour observer cet effet que la ration présente certaines particularités dites « calculigènes »;

— une teneur élevée en phosphore est un élément quasi-constant des rations « calculigènes » (Pontius et al. en 1931 [204], Lindley et al. en 1953 [162], Emerick et Embry en 1962 [86]) ;

— l'augmentation de la teneur en calcium et en magnésium de la ration atténue les effets d'un excès de phosphore sans les supprimer totalement (Emerick et Embry en 1962, Bushman et al., 1965 a et b [39, 40], Robbins et al., 1965 [219]).

Ces deux derniers faits expliquent en grande partie pourquoi les rations riches en céréales sont particulièrement calculigènes.

Les calculs observés avec ces aliments sont des phosphates de calcium et de magnésium avec, semble-t-il, une fraction de phosphate ammoniaco-magnésien dont on connaît la très faible solubilité. Shirley et al. en 1964 [234], Robbins et al. en 1965 [219] ont observé simultanément un taux élevé de phosphates plasmatiques et urinaires et un calcium plasmatique faible. D'un point de vue endocrinien, ces modifications urinaires et plasmatiques suggèrent l'idée d'un hyperparathyroïdisme secondaire à un déséquilibre alimentaire. Il est bien connu que chez l'homme l'hyperparathyroïdisme est très fréquemment accompagné de calculs urinaires composés de phosphates de calcium et de phosphates ammoniacaux magnésiens (Albright et Reifenstein, 1948 [4], rapportent 52 cas de calculs semblables dans 64 cas d'hyperparathyroïdisme humain).

La prophylaxie consiste à éviter les excès de phosphore et d'apporter des quantités de calcium suffisantes et à éviter certains types de céréales et de tourteaux (qui sont peu employés en France).

Quelques auteurs étudient la possibilité d'empêcher la cristallisation des calculs en modifiant la composition

urinaire au moyen d'additifs alimentaires: UDALL et al., 1959 a-b [246, 247], ont montré que l'addition de 4 % de chlorure de sodium à la ration diminue beaucoup la fréquence des lithiases, tandis que CROOKSHANK, en 1966 [67], observe une action plus efficace encore du chlorure de potassium. Les derniers travaux de UDALL et al., en 1965 a et b [246, 247], permettent de conclure que cet effet préventif n'est pas dû à l'augmentation du volume urinaire ni aux ions alcalins, mais à l'ion chlore et à la modification de la proportion phosphate-chlorure dans l'urine.

## CONCLUSIONS

La production de jeunes bovins en France étant très limitée, les accidents décrits sont peu fréquents. De plus, les essais poursuivis dans notre pays portent souvent sur des animaux qui disposent de litières avec des agglomérés relativement riches en fourrages, ce qui, comme nous l'avons vu, réduit considérablement les risques.

Ces types de régimes très mécanisés seront dans l'avenir appelés à se développer surtout pour la production de la viande. S'ils sont utilisés à bon escient, ils ne comportent pas de risques sanitaires graves. Cependant, il faut remarquer que nous manquons de recul pour juger leur valeur.

Pour les vaches laitières, le problème est plus complexe. L'utilisation des fourrages condensés provoque une déviation du métabolisme lipidique qui entraîne une chute du taux butyreux du lait et un engraissement des animaux. Dans le cas des foins de luzerne condensés, JOURNET et JARRIGE, en 1967, ont montré qu'il suffisait de distribuer 20 % de la ration de base sous forme de fourrages grossiers (foin classique ou ensilage) pour que le taux butyreux reste normal.

Ces régimes présentent des avantages sérieux dans le domaine de la production de la viande. Dans le domaine de l'élevage des animaux destinés à la reproduction pour lesquels la rusticité et la longévité sont des facteurs importants, il faut être prudent.

Vu : *Le Professeur de l'École Vétérinaire*
*Rapporteur,*
L. FALIU.

Vu : *Le Directeur de l'École Vétérinaire,*
R. FLORIO.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
ROUX.

Vu : *Le Doyen,*
LAZORTHES.

Vu et permis d'imprimer :

Toulouse, le 7 janvier 1969

*Le Recteur,*
*Président du Conseil de l'Université,*
G. RICHARD.

# BIBLIOGRAPHIE


[1] Ackerson (C.W.), Borchers (R.L.) and Mussehl (F.E.), 1951. — The effects of additions of dehydrated alfalfa meal to high corn chick rations. *U. Nebraska, Res. Bull.,* 168.

[2] Agricultural Experiment Station Oregon State University Corvallis. Special Report 160, september, 1963.

[3] Agricultural Research Council. — The nutrient requirement of farm. Livestock, n° 1. Poultry.

[4] Albright (F.) et Reiffenstein (E.C.), 1948. — The parathyroïd glands and metabolic bone disease, 393 p., Williams et Wilkins, edit., Baltimore.

[5] Alexander (O.) et Rossiter (R.S.), 1952. — *Aust. J. Agric. Res.,* 3, 24.

[6] Anjaneylu and al., 1961. — *Poultry Science,* 40, 1372.

[7] Armstrong (D.G.), Blaxter (K.L.), 1957. — The utilization of acetic, propionic and butynic acids by fattening sheep. *Brit. J. Nutr.,* 11, 413-425.

[8] Armstrong (D.G.), Blaxter (K.L.), Mc Graham (N.C.), 1960. — Fat synthesis from glucose by sheep. *Proc. Nutr. Soc.,* 19, XXXI.

[9] Auriol (P.), Jarrige (R.), 1962. — Possibilité de modifier la composition du lait. Fédération Internationale de laiterie. Partie II, 7-39.

[10] Association Française de Chimiurgie, 29, rue du Général-Foy, Paris (8e), 1965. Tome I.

[11] Association Française de Chimiurgie, 29, rue du Général-Foy, Paris (8e), 1965. Tome II.

[12] Balch (C.C.), 1950. — Factors affecting the utilization of food by dairy cows. I. The rate of passage of food through the digestive tract. *Brit. J. Nutr.*, 4, 361.

[13] Balch (C.C.), Campling (R.C.), 1962. — Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutr. Abst. Rev.*, 32, 669.

[14] Balch (C.C.), Johnson (W.V.), 1950. — Factors affecting the utilization of rate of breakdown of cellulose in the rumen of the cow. *Brit. J. Nutr.*, 4, 389-394.

[15] Balch (D.A.), Rowland (S.J.), 1957. — Volatile fatty acids and lactic acid in the rumen of dairy cows receiving a variety of diets. *Brit. J. Nutr.*, 11, 288-298.

[16] Beardsley (D.W.), 1964. — Symposium on forage utilization. Nutritive value of forage as affected by physical form. Part II. Beef cattle and sheep studies. *J. Anim. Sci.*, 23, 239-245.

[17] Beardsley (D.W.), Mc Cormick (C.), Southwell (G.L.), 1959. — Steer performance on acid rumen effects of different concentrate roughage ratios in pelleted and unpelleted mixed fattening rations. *J. Anim. Sci.*, 18, 1507 (Abstr.).

[18] Beck (S.D.), 1950. — Nutrition of the European corn borer. 2. Some effects of diet on larval growth characteristics. *Physiol. zool.*, 23, 353.

[19] Beck (S.D.), Lilly (J.H.) and Stauffer (J.F.), 1949. — Nutrition of the European corn borer pyrarista nubilatis. I. Development of a satisfactory purified died for larval growth. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 42, 483.

[20] Beck (S.D.) and Stauffer (J.F.), 1950. — An aseptic method of rearing European corn borer larvae. *J. Econ. Entomol.*, 43, 4.

[21] Beeson (W.N.) et Lynn. — Assemblée générale du Syndicat National des Déshydrateurs en janvier 1964. Efficacité des « pellets » de luzerne déshydratée comme aliment complémentaire pour l'engraissement des bovins en fonction de leur teneur en coumoestrol (Université de Purdue).

[22] Bennetts (H.W.) and (E.J.), 1951. — The estrogenic effects of subterraneum clover. Uterine maintenance in the ovariectomized ewe on clover grazing underwood. *Australian J. Expl. Biol. Med. Sci.*, 29, 249.

[23] Béranger (C.), 1967. — Données expérimentales pour l'utilisation des fourrages condensés pour l'engraissement des jeunes bovins. Journées d'information de l'I.T.C.F. sur la production, la récolte et l'utilisation des fourrages et des céréales, et leur transformation en viande de bœuf.

[24] Béranger (C.), Charlet (P.) et Boucton (E.). — Utilisation de la farine de luzerne déshydratée et de la pulpe de betteraves séchée pour l'engraissement des taurillons de boucherie. *Bull. Technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles*, n° 199, mai 1965.

[25] Béranger (C.) et Jarrige (R.), 1962. — Utilisation des aliments broyés et agglomérés par les bovins. I. Comparaison du foin de luzerne normal et du foin de luzerne broyé dans l'alimentation du bœuf à l'engrais. *Ann. Zootech.*, 11, 273-294.

[26] Béranger (C.) et Jarrige (R.), 1962. — Production intensive de viande par les jeunes bovins. *Bull. Technique des Ingénieurs des Services Agricoles,* 174, 979-1010.

[27] Blaxter (K.L.), 1961. — The utilization of the energy of food by ruminants. Second Symposium on « Energy Metabolism of farm animals ». Wageningen, sept. 1962.

[28] Blaxter (K.L.), Graham (N. Mc. C.), Waynman (F.W.), 1956. — Some observations on the digestibility of food by sheep and on a related problem. *Brit. J. Nutr.,* 10, 69-91.

[29] Blaxter (K.L.), Waynman (F.W.), Wilson (R.S.), 1961. — The regulation of food intake by sheep. *Anim. Proc.,* 3, 51-61.

[31] B.N.A. I.T. 340, G, nov. 1965. — C. R. du résultat des recherches du Midwest Research Institute of Kansas City en 1965 sur les quatre catégories de luzerne déshydratée.

[32] Boccard (R.), Dumont (B.L.), Lefèbre (J.), 1962. — Etude de la production de la viande chez les ovins. II. Note pour la croissance relative des régions corporelles de l'agneau. *Ann. Zootech.,* 11 (4), 257-62.

[33] Borasky (R.) and Bradbury (J.T.), 1942. — Frozen plant juice as the of rabbit ovulating factor. *Amer. J. Physiol.,* 137, 637.

[34] Bradbury (J.T.), 1944. — The rabbit ovulating factor of plant juice. *Amer. J. Physiol.,* 142, 487.

[35] Bradbury (R.B.) and White (D.W.), 1951. — Chemistry of subterranean clover. I. Isolation of formonotin and genistein. *J. Chem. Soc.,* 12, 3447.

[36] Bradbury (J.T.) and Hogson (R.E.), 1942. — An intravenously active ovulating factor in the juice of corn and oat plant. *J. Dairy Sci.,* 25, 704.

[37] Brooks (D.L.) and al., 1962. — Performance of dairy cows fed pelleted and baled coastral bermudagrass and alfalfa in dairy rations. *J. Dairy Sci.*, 45, 1188-1191.

[38] Brown & al. — *J. Sci. food Agri.*, 1953, 161.

[39] Bushman (D.H.), Emerick (R.J.) et Embry (L.B.), 1965 a. — Mineral relationship in ovine molithiasis. *J. Anim. Sci.*, 24, 876.

[40] Bushman (D.H.), Emerick (R.J.) et Embry (L.B.), 1965 b. — Experimentally induced ovine phosphatic urolithiasis. Relationships involving dietary calcium, phosphorus and magnesium. *J. Nutrit.*, 87, 1005-1009.

[41] Butcher (J.E.) et Raleigh (R.J.), 1962. — Effect of oxytetracycline, stilboestrol and pelleted feed on fatt energy white face and black bace crossbed wether lambs. *J. Anim. Sci.*, 21, 716-719.

[42] Burroughs (W.), Gerlaugh (P.) and Bethke (R.M.). — The influence of alfalfa hay and fractions of alfalfa hay upon the digestion of ground corncobs. *J. Anim. Sci.*, 9, 207.

[43] Cannon (M.D.) and Emerson (G.A.), 1939. — Dietary requirement of the guinea pig with reference to the need for a special factor. *J. Nutrit.*, 18, 155.

[44] Campling (R.C.) and Balch (C.C.), 1961. — Preliminary observations on the effect on the voluntary intake of hay, of changes in the amount of the reticuls ruminal contents. *Brit. J. Nutr.*, 15, 523-530.

[45] Campling (R.C.) and Freer (M.), 1966. — Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 8. Experiments with ground pelleted roughages. *Brit. J. Nutr.*, 20, 229-243.

[46] Campling (R.C.) and Freer (M.), Balch (C.C.), 1963. — Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 6. A preliminary experiment with ground pelleted hay. *Brit. J. Nutr.*, 17, 263-272.

[47] Carol (E.J.), Hungate (R.E.), 1954. — The magnitude of the microbial fermentations in the bovine rumen. *Appl. Microbial*, 2, 204-214.

[48] Carlson and al., 1962. — *Poultry Science*, 41.

[49] Castle (E.J.), 1956. — The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat. I. Studies on adult animals fed on han and concentrates. *Brit. J. Nutr.*, 10, 10-15.

[50] Chambre d'Agriculture du Pas-de-Calais, Service Elevage, C.E.T.A. d'Hucquelier, janvier 1967. — Essai d'alimentation des vaches laitières avec la farine de luzerne et des pulpes sèches.

[51] Cheney (G.), 1950. — The nature of the antiseptic ulcer dietary factor. *Stanford Med. Bull.*, 8, 144.

[52] Cheney (G.), 1950. — Antiseptic ulcer dietary factor. *J. Anim. Dietetic Assoc.*, 26, 668.

[53] Church (D.C.), 1961. — Hight roughage pelled for fattening lambs. *Feed stuffs*, 33, 9-38.

[54] Clark (W.G.), 1941. — Maintenance of adrenalectomized guinea pig. *Proc. Soc. Expl. Biol. Med.*, 46, 253.

[55] Clymont (Mc. G.L.), 1951. — Volatile fatty acid metabolism of ruminants with particular reference to the lactation bovine mammary gland and the composition of milk fat. *Austr. J. Agri. Res.*, 2, 158-180.

[56] Clure (Mc.) and al., 1960. — Effect of pelleting rations of different concentrate to roughage ratios for fattening lambs. *J. Anim. Sci.*, 19, 1275.

[57] Cmarick (G.F.), Mac Kibben (G.F.) and Webb (R.J.), 1960. — Comparision of hay fed in various forms to weaning calves. Illinois cattle feeders' days.

[58] Cmarick (G.F.), Webb (R.J.) and Cate (H.A.), 1957. — The response of fattening yearling steer self fed complete pelleted rations of varying ratios of concentrate to roughages. *J. Anim. Sci.*, 16, 1085 (Abstr.).

[59] Colio (L.G.) and Bahl, 1948. — Study of a new stimulatory growth factor. *J. Biol. Chem.*, 174, 405.

[60] Contour (S.), 1968. — *Industries Alimentaires et Agricoles*, février 1968, n° 2.

[61] Contour (S.), Tourlière (S.), 1966. — *Industries Alimentaires et Agricoles*, mai 1966, n° 5.

[62] Coléou (J.), 1963. — Alimentation des ruminants et automation. Evolution des méthodes d'alimentation des ruminants face aux impératifs et aux possibilités de la mécanisation et de l'automation, pp. 29-36.

[63] Cooper (M.R.), Clawson (A.J.) and Barrick (E.R.), 1959. — The production of various dehydrated forage meals to growth performance and liver stores of vitamin A of swine. Swine Producer's Conference. January 12-13, 1959.

[64] Corrias (A.), 1956. — *Zootechnica e Veterinaria*, 11, 458.

[65] Couch (J.R.). — *Feedstuffs*, 1962. Feb. 3rd, p. 38.

[66] Crapelet (C.). — Aliments et alimentation des animaux domestiques. Vigot Frères, édit., 1955, pp. 249-256.

[67] Crookshank (H.R.), 1966. — Effect of sodium or potassium on ovine urinary calculi. *J. Anim. Sci.*, 25, 1005-1009.

[68] Crookshank (H.R.), Packett (L.V.) and Kunkel (H.O.), 1965. — Ovine urinary calculi and pelleted rations. *J. Anim. Sci.*, 24, 478-483.

[69] Croskey (J.E.), Pope (L.S.), Urban (K.), 1958. — Effect of pelleting roughage for beef calves. *Oklahoma Misc. Pub. M.P.*, 51, 35-37.

[70] Croskey (J.E.), Pope (L.S.), Urban (K.), 1959. — Fattening beef calves with pelleted rations containing different concentrate roughage ratios. *Oklahoma Misc. Pub. M.P.*, 55, 50-55.

[71] Crosley (J.E.), Pope (L.S.), Stephens (D.F.), 1960.

[71] Croskey (J.E.), Pope (L.S.), Stephens (D.F.), 1960. — Further studies on pelleting rations for steers. *Oklahoma Misc. Pub. M.P.*, 57, 96-102.

[72] Croskey (J.E.), Pope (L.S.), Stephan (D.F.), Waller (G.), 1961. — Effect of pelleting steer fattening rations of different concentrate to roughage ratios. *J. Anim. Sci.*, 20, 42-45.

[73] Cullison (A.E.), 1961. — Effect of physical form of the ration on steer performance and certain rumen phenomena. *J. Anim. Sci.*, 20, 478-483.

[74] Cunha (T.J.), Rossland (O.B.), Bohsted (G.B.), 1944. — Further observations on the dietary insufficiency of a corn-soy bean ration for reproduction of swine. *J. Anim. Sci.*, 3, 415.

[75] Cunha (T.J.) and al., 1948. — Alfalfa and soil as a source of an unidentified factors and the value of other vitamins for the young pig. *J. Anim. Sci.*, 7, 525.

[76] Décret Ministériel du 13 août 1965.

[77] Dehorty (B.A.), Johnson (R.R.), 1960. — Effect of ball milling upon in vitro digestibility of cellulose matures forages. *J. Anim. Sci.*, 19, 1257 (Abstr.).

[78] Demarquilly (C.), 1965. — Factors affecting the voluntary intake of green forage by sheep. Proc. IXth Intern. Grassland Congress, Sao-Paulo, Section 9.

[78 *bis*] Demarquilly (C.), 1968. — Valeur alimentaire des foins et des fourrages déshydratés, pp. 59 à 68. *B.T.I.* n° 226.

[79] Demarquilly (C.), Journet (M.) et Boisseau (J.M.). — Valeur alimentaire des foins condensés. I. Influence de la nature du foin et de la finesse du broyage par la digestibilité et la quantité ingérée. *Ann. Zootech.*, 16 (2), 123-150.

[80] Dohan (F.C.) and al., 1951. — The estrogenic effects of extracts of Spring rye grass and clover. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 118, 323.

[81] Dumont (B.L.), 1956. — La découpe du pan traité. F.E.Z. Commission bovine. Madrid.

[82] East (J.), 1952. — Estrogenic effects of subterranean clover studies on the female guinea pig. *Australian J. Sci. Res.*, B 5, 472.

[83] Elvehjem (C.A.) and al., 1934. — The nutritional value of milk raw v.s. pasteurized and Summer v.s. Winter. *J. Dairy Sci.*, 17, 763.

[84] Emmery (R.S.) et Brown (L.D.), 1961. — Effect of feeding sodium and potassium bicarbonate on milk fat rumen pH and volatile fatty acid production. *J. Dairy Sci.*, 44, 1899-1902.

[85] Emmens (C.W.). — *J. Endocrin.*, 1941, 2, 444.

[86] Emerick (R.I.), Embry (L.B.), 1962. — Calcium and phosphorus levels related to urinary calculi in sheep. *J. Anim. Sci.*, 21, 995.

[87] Ensor (W.L.), Shaw (J.C.), Tellechea (H.F.), 1959. — Special diets for the production of low fat milk and more efficient gains in body weight. *J. Dairy Sci.*, 42, 189-191.

[88] Fairbanks (B.W.), Krider (J.L.) and Carrol (W.E.), 1945. — Effect of diet on gestation, lactation performance of sows. *J. Anim. Sci.*, 4, 410.

[89] Ferrando (R.) et Ratsimamanga (A.R.), 1960. — *Ann. Nutr. et Aliment.*, 14, 31.

[90] Ferrando (R.). — Les bases de l'alimentation, 1959, 1re édition. Vigot Frères, pp. 189-202.

[91] Ferrando (R.). — Les bases de l'alimentation. 2e édition. Vigot Frères, pp. 255-277.

[92] Faliu (L.) et Griess (D.), 1967. — Essai de production de porc maigre par une alimentation à volonté. *Revue Méd. Vét.*, 118, 2, 111-121.

[92 *bis*] Faliu (L.) et Griess (D.), 1968. — Le comportement alimentaire du porc charcuterie (sous presse).

[93] Friedman (M.H.) and Friedman (S.), 1934. — A gonod stimulating extract from alfalfa meal. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 31, 842.

[94] Friedman (M.H.) and Friedman (S.), 1939. — Gonadotropic extracts from green leaves. *Am. J. Physiol.*, 125, 486.

[95] Friedman (M.H.) and Mitchell (J.W.), 1941. — Variations in the yield of gonadotropic materiel from green plants in relation to the season of growth and the pH of the fiesh juice. *Endocrin.*, 29, 172.

[96] Freemann (V.A.), 1938. — Ground alfalfa versus tankage for sows. *Mich. Agri. Exp. Sta. Quart. Bull.*, 21, 91.

[97] Freer (M.), Campling (R.C.), 1965. — Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 7. The behaviour and reticular motivity of cows given diets of hay dried grass concentrates and ground pelleted hay. *Brit. J. Nutr.*, 19, 195-206.

[98] Flint (J.C.) et Jensen (R.), 1958. — The effect of chloretetracyclin fed continuously during attening on the incidence of liver abscesses in beef cattle. *Anim. J. Vet. Res.*, 19, 830-832.

[99] Fossland (R.C.), Fitch (J.B.), 1958. — Use of pellets made from finely ground alfalfa in dairy rations. *J. Anim. Sci.*, 41, 1484.

[100] François (A.C.) et Pihet, 1960. — Influence de l'ingestion d'antioxygènes par la composition de certains tissus et par la stabilité des graisses de réserve du porc et du poulet. *Ann. Zootech.*, 9, 195.

[101] Garett (W.N.) and al., 1961. — Effect of pellet size and composition on feed lot performance carcass characteristics and rumen parakeratoses of fattening steers. *J. Anim. Sci.*, 20, 833-838.

[102] Gaussères (B.), 1966. — L'ammoniac dans le tube digestif des ruminants: sa sacrification. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 6, 73-92.

[103] Gilliland (R.L.), Bush (L.J.) et Friend (J.D.), 1962. — Relation of ration composition to rumen development in carly weaned dairy calves with observations on ruminal parakeratosis. *J. Dairy Sci.*, 45, 1211-1217.

[104] Gish (C.L.) and Payne (L.F.), 1940. — The importance of herbage in poultry. *Sci.*, 19, 38.

[105] Gley (P.) et Mentzer (C.R.), 1945. — *Soc. Biol.*, 139, 1055.

[106] Gomez (E.T.), Hartman (A.M.) and Dryden (L.P.), 1941. — Influence of oat juice extract upon the age of sexual maturity in rats. *J. Dairy Sci.*, 24, 507.

[107] Gomez (E.T.), 1942. — Farther evidence of the existence and specificity of an ovally active sex maturity factors in plant juice preparations. *J. Dairy Sci.*, 25, 705.

[108] Gordon (J.G.) and Tribe (D.E.), 1952. — Importance of frequency of feeding sheep. *Brit. J. Nutr.*, 6, 89-93.

[109] Grieve (C.M.), Robble (A.R.), Mc Ebroy (L.W.), 1963. — Native lowland hay in pelleted and no pelleted rations for sheep. II. Effects on rate fermentation in the rumen. *Can. J. Anim. Sci.*, 43, 196-201.

[110] Grieve and al., 1960. — Native lowland hay in pelleted and no pelleted ration for sheep. I. Effects on fed consumption, rate of gain efficiency of feed utilization and digestibility. *Can. J. Anim. Sci.*, 43, 189-195.

[111] Haenlein (G.F.W.), Holdren (R.D.) et Yoon (Y.M.), 1966. — Comparative response of horses and sheep to different physical forms of alfalfa hay. *J. Anim. Sci.*, 25, 740-743.

[112] Hansen (R.G.) and al., 1953. — Growth stimulating and growth inhibition of chicks fed forage and forage juice concentrate. *J. Nutr.*, 49, 453.

[113] Hanson (H.C.) and Kohlero. — Progress report on a study of cultural factors related to estrogen acid saponin content of alfalfa. Crops Research Division. Beltsville, M.D. and Western Regional Research Laboratory, Albany Calif U.S. D.A.

[114] Harris (A.H.), 1962. — *Vet. Rec.*, 74, 1434.

[115] Hartman (A.M.) and al., 1946. — An unidentified nutrient in foods and feed. *J. Anim. Sci.*, 5, 404.

[116] Hartman (A.M.) and Cary (C.A.), 1946. — A still unidentified nutrient in roughages and in milk. *J. Dairy Sci.*, 29, 549.

[117] Harvey and al., 1955. — *Poultry Science*, 34, 1348.

[118] Heaney (D.P.) and al., 1963. — Effect of pelleting on energy in take of sheep from forages cut at three stages of maturity. *J. Anim. Sci.*, 22, 752-757.

[119] Hogan (A.G.) and Johnson (J.S.R.)., 1935. — Good pasture improve the pig crop. *Univ. Mo. Ag. Exp. Stat. Bull.*, 187, 1.

[120] Hogan (A.G.) and Johnson (S.R.), 1936. — Plant extracts in the nutrition of guinea pigs and rabbits. *Soc. Ex. Biol. Med.*, 35, 217.

[121] Hogan (A.G.) and Johnson (S.R.), 1941. — Supplementary value of various feedstuffs in blood sow rations. *Mo. Agri. Exp. STA. Research Bull.*, 332, 35.

[122] Hogan (A.G.) and Hamilton (J.W.), 1942. — Adequacy of simplified diets for guinea pigs and rabbits. *J. Nutrition*, 23, 533.

[123] Hopkins and al., 1960. — Effect of grinding and pelleting on feed lot performance digestibility and incidence in rumen parakeratosis in lamb. *J. Anim. Sci.*, 19, 652 (Abstr.).

[124] Haskins (B.R.), Wise (M.B.), Barrick (E.R.), 1965. — Effect of sources and levels of protein and on antibiotic on performance, rumen epithelium and liver abscesses of steers fed an all. concentrate ration. *J. Anim. Sci.*, 24, 885.

[125] Hinders (R.G.) et Owen (F.G.), 1965. — Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty and absorption. *J. Dairy Sci.*, 48, 1069-1073.

[126] Hunt (C.P.) and Stuart (H.O.), 1944. — The effect of different levels of alfalfa leaf meal in cuhancing hatchability. *Rhode-Island Agri. Exp. Stat. Misc. Publ.*, 30.

[127] Huffman (C.F.) and al., 1952. — Unidentified dietary factors in dairy cattle nutrition. III. The nutritive value of immature alfalfa and timothy hays for milk production. *J. Dairy Sci.*, 35, 1001.

[128] Institut Technique des Céréales et Fourrages. — Journées d'information des 24, 25, 26 janvier 1967. Données expérimentales pour l'utilisation des fourrages condensés pour l'engraissement des jeunes bovins.

[129] James (A.T.), Martin (J.P.), 1952. — Gaz liquid partition chromatography. Microestimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem. J.*, 50, 679-690.

[130] Jarrige (R.), 1961. — Analyse des constituants glucidiques des plantes fourragères. II. La lignocellulose, composition, dosage et comparaison avec la cellulose brute. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 1, 421-447.

[131] Jarrige (R.), Journet (M.), 1959. — Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. *Ann. Nutri. Aliment.*, 13, 233-278.

[132] Jarrige (R.), Minson (D.J.), 1964. — Digestibilité du Ray-gras anglais S 24 et du modèle S 37, plus spécialement des constituants glucidiques. *Ann. Zootechn.*, 13, 117-150.

[133] Jensen (R.), Flint (J.D.) et Griwer (L.A.), 1954. — Experimental hepatic necrobacillosis in beef cattle. *Amer. J. Vet. Res.*, 15, 5-14.

[133 *bis*] Jensen (R.) et al., 1958. — Parakeratosis of the rumen of lambs fattened an pelleted feed. *Amer. J. Veter. Res.*, 19, 277-282.

[134] Johnson and al., 1964. — Studies on the utilization and digestion of Long ground and pelleted alfalfa and mixed hay. *J. Anim. Sci.*, 23, 94-99.

[135] Johnson (B.C.), Elvelyem (C.A.) and Peterson (W.H.), 1941. — The content of grass juice factor in legume silages and in milk produced there from. *J. Dairy Sci.*, 24, 861.

[136] Johnson (B.C.) and al., 1939. — The preservation of the grass juice factor in silage. *J. Nutrition,* 18, 527.

[137] Journet (M.), Demarquilly (C.), 1967. — Valeur alimentaire des foins condensés. II. Influence de la nature du foin sur les quantités ingérées et la digestion dans le rumen (sous presse). *Ann. Zootechn.*

[138] Journet (M.), Jarrige (R.), 1967. — Utilisation des aliments broyés et agglomérés par les bovins. II. Utilisation comparée par la vache laitière du foin de luzerne condensé et du foin de luzerne normal associé à de l'ensilage et des betteraves. *Ann. Zootechn.*, 16 (3), 271-289.

[139] Journet (M.) et Pontius (M.), 1965. — Appétit de la vache laitière. I. Variations individuelles des quantités d'aliments ingérés. *Ann. Zootechn.*, 14, 5-38.

[140] Jorgensen (N.A.), Schultz (L.A.), 1963. — Ration effects on rumen acids, ketogenosis and milk composition. I. Underestricted roughage feeding. *J. Dairy Sci.*, 46, 437-443.

[141] Kay (R.N.B.), 1965. — Studies on digestion in sheep. The rowett Research institute. Animal Report on animal nutrition and allied. *Sciences,* p. 57.

[142] Keith and al., 1961. — The effect of the physical form on the nutritive value of hay fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 44, 1174 (Abstr.).

[143] King (R.L.), Hemken (R.W.), 1962. — Composition of milk produced on pelleted hay and heated cow. *J. Dairy Sci.*, 45, 1336-1342.

[144] Kellner (O.), 1911. — Principes fondamentaux de l'alimentation du bétail, 3e édition, traduit par Grégoire (A.), Berger-Lavrault, Paris.

[145] Klosterman (E.W.) and al., 1960. — Feeding value of long, finely ground and pelleted hay for fattening steers. *Ohio. Agri. Expt. Sta. Mimeo. Sci.*, 121.

[146] Knox (K.L.), Ward (G.M.), 1960. — Rumen volatile fatty acid production as affected by feeding frequency. *J. Dairy Sci.*, 43, 875 (Abstr.).

[147] Kohler (G.O.), 1938. — Studies on a new growth factor found in green plant tissu. *Thesis Univ. Wisc.*

[148] Kohler (O.). — *Feedstuff* du 8-8-1953.

[149] Kohler (O.). — *Feedstuff* du 31-12-1964.

[150] Kohler (G.O.), Elvehjem (C.A.) and Hart (E.B.), 1936. — Growth stimulating properties of grass juice. *Science*, 83, 445.

[151] Kohler (G.O.), Elvehjem (C.A.) and Hart (E.B.), 1937. — Furthes studies on the growth promoting factors associated with summer milk. *J. Nutrition*, 14, 131.

[152] Kohler (G.O.), Elvehjem (C.A.) and Hart (E.B.), 1938. — The relation of the grass juice factor to guinea pig nutrition. *J. Nutrition*, 15, 445.

[153] Kohler (G.O.) and Graham (W.R.), 1951. — A chick growth factor found in leafy green vegetation. *J. Poultry Sci.*, 30, 484.

[154] Kohler (G.O.) and Graham (W.R.), 1952. — The seasonal response of chicks to an unidentified growth factor found in forage juice. *J. Poultry Sci.*, 31, 284.

[155] Kohler (G.O.), Randle (S.B.), Wagner (J.R.), 1939. — The grass juice factor. *J. Biol. Chem.*, 128. *Proc. Am. Soc. Biol. Chem.*, p. 1 W.

[156] Kohler (G.O.) and Ray. Thompson (C.). — *Feedstuff* du 14-3-1959.

[157] Kohler (G.O.) and al., 1939. — Simplified rations for guinea pigs suitable for assay of the grass juice factor. *Prod. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 40, 154.

[158] Krider (J.L.) and al., 1947. — Use of dehydrated alfalfa meal and cutain by products of the fish and distilling industries in dry lot ration of weanhing pigs. *S. Anim. Sci.*, 6, 487.

[158 *bis*] Larvor. — Accidents entraînés par l'alimentation à base de fourrages agglomérés ou de céréales, pp. 277-284. STA AGRO THEIX, 63.

[159] Le Bars (H.) et Vaillant (R.), 1966. — Biochimie du rumen. Congreso Mundial de Alimentation Animal, Madrid.

[160] Leffel (F.C.), 1960. — Diet and rumen volatile fatty acid production. Proc., 1960. *Nut. Conf. feed University of Maryland*, 93-95.

[160 *bis*] Libersa (M.). — Le jeune bovin précoce dans la Marne. *Bulletin du Syndicat National des Vétérinaires Français*, n° 5, juillet-août 1967.

[161] Lindahl (I.L.), Reynolds (P.J.), 1959. — Effect of pelleting on the chemical composition and digestibility of alfalfa meal. *J. Anim. Sci.*, 18, 1074-1079.

[162] Lindley (C.E.) and al., 1953. — Urinary calculi in sheep. *J. Anim. Sci.*, 12, 704.

[163] Lhoyd (L.E.) and al., 1960. — The effect of chopping versus grinding on the nutritive value index of carly versus late cut red clover and timothy hay. early versus late cut red clover and timothy hay. *J. Anim. Sci.*, 19, 859-866.

[164] Loosli (J.K.), 1959. — Pelleted feeds for ruminants. *Proc. Distiller feed Conf.*, 14, 22.

[164 *bis*] Mainguy (P.) et Rouquès (A.), 1965. — Alimentation et la vie, 53, 4, 56, pp. 83-116.

[165] Makela (A.), 1956. — Studies on the question of bulk in nutrition of farm animals with special reference to cattle. *Act. Agri. Fen.*, 85, 1-130.

[166] Mannering (G.J.) and al., 1943. — Further evidence for the existence of specific dietary essentials for guinea pig. *J. Biol. Chem.*, 151-161.

[167] Mannering (G.J.), 1944. — Newer dietary essentials required by guinea pig. *Thesis Univ. Wisc.*

[168] Martin (S.), Davis (R.L.) et Andrews (F.N.), 1957. — *J. Anim. Sci.*, 16, 850.

[169] Marusish and Bauvernfeind. — *Poultry Science*, 1963, 42, 949.

[170] Mentzer (G.), Gley, Molho (D.) et Billet (D.). — *Bull. S. Oc. Chem. Biol.*, 1946, 13, 271.

[171] Meyer (J.H.) and al., 1959. — Influence of pelleting on the utilisation of alfalfa. *J. Anim. Sci.*, 18, 336-346.

[172] Mitchell (J.W.), Borasky (R.) and Bradbury (J.T.), 1942. — Reconsideration of the significance of some plant characteristics in relation to yield of gonadotropic material. *J. Endocrin.*, 31, 283.

[173] Mochrie (R.D.), 1959. — Relation ship of frequency of feeding to feed utilisation and other physiological activities of the bovine. *Diss. Abstr.*, 2705.

[174] Moir (R.J.), Somers (M.A.), 1956. — A factor influencing the protozoal population in sheep. *Nature*, 178, 1472.

[175] Mohroman (R.K.) and al., 1959. — The influence of hand feeding and frequent interval feeding on performance and behaviour of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 18, 1489 (Abstr.).

[176] Montgomery (M.J.), Baumgardt (B.R.), 1965. — Regulation of food intake in ruminants. I. Pelleted rations varying in energy concentration. *J. Dairy Sci.*, 48, 569-574.

[177] Moody (E.G.), 1962. — Pelleted alfalfa and coastal bermudagrass as dairy roughages. *J. Dairy Sci.*, 45, 694 (Abstr.).

[178] Moore (L.A.), 1964. — Symposium on forage utilization nutritive value of forage as affected by physical form. Part. I. General principles involved with ruminants and effects of feeding pelleted or wafered forage to dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 23, 230-238.

[179] Meyer (J.H.), Weir (W.C.), Dobie (J.B.), Hull (J.L.), 1959. — Influence of the method of preparation on the feeding value of alfalfa hay. *J. Anim. Sci.*, 18, 976-982.

[180] Meyer (J.H.) and al., 1960. — Effect of stage of maturity dehydrating versus field during and pelleting on alfalfa hay quality as mesured by lamb gain. *J. Anim. Sci.*, 19, 283-294.

[181] Minson (D.J.), 1962. — The effect of pelleting and wafering on the feeding value of roughage. A review. Contribution n° 84. Animal Research Institute. Canada Dept. of Agric. Ottawa, Ontario.

[182] National Research Council. — Nutrient requirement of poultry.

[183] Neale (P.E.). — Alfalfa hay pellets for fattening lambs. New Mexico. *Agricultural Experiment Station Bull.*, 429, 7, 1958.

[184] Nestler (R.B.) and al., 1936. — A new factor not vitamin G necessary for hatchability. *Poultry Sci.*, 15, 67.

[185] Newman (A.L.), Webb (R.J.), Cmarick (G.F.), 1959. — Pellets for profits in beef calves. Illinois Research.

[186] Nicholson (J.W.G.) and Cunningham (H.M.), 1961. — The addition of buffers to ruminant rations. I. Effect on weight gains, efficiency of gains and consumption of rations with and without roughage. *Canad. J. Anim. Sci.*, 41, 134-142.

[187] Nicholson and Cunningham, 1964. — The effect of organic acid salts on growth and rumen volatile fatty acids of sheep fed pelleted chopped high roughage rations. *Canad. J. Anim. Sci.*, 44, 58-67.

[188] Nicholson, Cunningham, Friend, 1962. — The addition of buffers to ruminant rations. II. Additional observations on weight gains, efficiency of gains and consumption by steers of all concentrate ration. *Canad. J. Anim. Sci.*, 42, 75-81.

[189] Nicholson (J.W.G.), Cunningham (H.M.), Friend (D.W.), 1963 a. — The addition of buffers to ruminant rations. IV. The effect of addition of sodium bicarbonate sodium propionate limestone and cod liver oil on intra rumen environment. *Canad. J. Anim. Sci.*, 43, 309-320.

[190] Nicholson (J.W.G.), Cunningham (H.M.), Friend (D.W.), 1963 b. — Effect of adding buffers to all concentrate rations on feed lot performance of steers, ration digestibility and intra rumen environment. *J. Anim. Sci.*, 22, 368-373.

[191] Norfeldt (S.), Biedermanns, Lentralb (B.), 1942. — The value of fresh grass in the feeding of breading rabbits. *Tierernahrieng.*, 14, 87.

[192] O'Dell and al., 1964. — Effect of forage supplementation and frequency of feeding of pelleted coastal bermudagrass on milk fat production. *J. Dairy Sci.*, 47, 648-650.

[193] Oltjen (R.R.) et Davis (R.E.), 1965 b. — Factors affecting the ruminal characteristics of cattle fed all concentrate rations. *J. Anim. Sci.*, 24, 198-202.

[194] Oltjen (R.R.), Davis (R.E.) et Hinner (R.L.), 1965 a. — Factors affecting performance and carcass characteristics of cattle fed all concentrate ration. *J. Anim. Sci.*, 24, 192-197.

[195] O'Mary (C.C.), Smith (G.), Ensminger (M.E.), 1961. — The effect of supplemental hay on gain and feed consumption of beef calves fed on all pelleted rations. *J. Anim. Sci.*, 20, 667 (Abstr.).

[196] Packett (L.V.) et Haushild (D.J.), 1963. — Relationships of magnesium, calcium and phosphorus to incidence of urinary calculi in lambs. *J. Anim. Sci.*, 22, 843.

[197] Packett (L.V.) et Haushild (D.J.), 1964. — Phosphorus calcium and magnesium relationships in ovine urolithiasis. *J. Nutr.*, 84, 185-190.

[198] Palmquist (D.L.), Ronning (M.), 1961. — Somme effects caused by feeding ground, pelleted hay as compared to feeding long hay to dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 44, 2337 (Abstr.).

[199] Palmquist (D.L.), Smith (L.), Ronning (M.), 1964. — Effect of time of feeding concentrate and ground pelleted alfalfa hay on milk fat percentage and fatty acid composition. *J. Dairy Sci.*, 47, 516-520.

[200] Parish and al. — *American Journal of Nutrition*, 1963, 79, 9.

[201] Perrish and Sandford. — Feedstuff special alfalfa section 1960. Jan. 30 th, p. 21.

[202] Pillipson (A.T.), 1966. — The méchanical phenomena of rumen. Congreso Mundial de Alimentación Animal, Madrid.

[203] Pinot (R.), 1965. — Utilisation des aliments broyés et agglomérés par l'agneau à l'engrais. *Ann. Zootech.*, 14 (2), 153-168.

[203 *bis*] Pinot (R.) et Jarrige (R.), 1968. — Utilisation des aliments broyés et agglomérés par l'agneau à l'engrais. *Ann. Zootech.*, 17 (1), 5-22

[204] Pontius (B.E.), Can (R.H.) and Doyle (L.P.), 1931. — Urinary calculi in sheep. *J. Agric. Research*, 42, 433.

[205] Powell (E.R.). — Some relations of the roughage intake to the composition of milk. *J. Dairy Sci.*, 22, 453.

[206] Preston (T.R.) and al., 1963. — Intensive beef production. 3. Performance of friesian steers given low fibre diets. *Anim. Prod.*, 5, 245-249.

[207] Putnam (P.A.), Davis (R.E.), 1961. — Effect of feeding pelleted complete rations to lactation cows. *J. Dairy Sci.*, 44, 1465-1470.

[208] Putnam (P.A.), Gutienez (J.), Davis (R.E.), 1961. — Effects of frequency of feeding upon rumen volatile acids protozoals population and weight gains in angus beef calves. *J. Dairy Sci.*, 44, 1364-1365.

[209] Quackenbush (F.W.). — *Cereal Chemistry*, 1963, 40, 266.

[210] Randle (S.B.), 1939. — Studies on the nutritional requirements of the guinea pigs. *Thesis Univ. Wisc.*

[211] Randle (S.B.), Sober (H.A.), Hohler (G.O.), 1940. — The distribution of the grass juice factor in plant acid animal materials. *J. Nutrit.*, 20, 459.

[212] Rakes (A.H.) and al., 1957. — Effect of frequency of feeding on animal response, feed digestibility and rumen activity. *J. Dairy Sci.*, 40, 633 (Abstr.).

[213] Rakes (A.H.) and al., 1960. — Some effects of feeding frequency on the utilization of feed by ruminants. *Proc. Cornell. Nutr. Conf. Feed Manufactureds,* 104-107.

[214] Rakes (A.H.), Lister (E.E.), Reid (J.T.), 1961. — Some effects of feeding frequency on the utilization of isocaloric diets by young and adult sheep. *J. Nutr.,* 75, 86-92.

[215] Regaudie (R.), Reveleau (L.). — La production d'agneaux de 100 jours avec des granulés de luzerne et des céréales à la Bergerie Nationale de Rambouillet. *Pâtre,* n° 122, de mars-avril 1965.

[216] *Revue Elevage,* avril 1965. Question posée n° 255, 305.

[217] Rhodes (R.W.), Woods (W.), 1961. — Volatile fatty acid production as influenced by physical form of the ration. *J. Anim. Sci.,* 20, 949 (Abstr.).

[218] Robbert (W.K.), 1964. — Pelleted and unpelleted all concentrate rations for fattening beef cattle. *Canad. J. Anim. Sci.,* 44, 132-141.

[219] Robbins (J.D.), Kunkel (H.O.) and Crookshamk (H.R.), 1965. — Relationship of dietary mineral intake to urinary mineral excretion and the incidence of urinary calculi in lambs. *J. Anim. Sci.,* 24, 76-82.

[220] Rodrigue (C.B.), Allen (N.V.), 1960. — The effect of fine grinding of hay on ration digestibility rate of passage and fat content of milk. *Canad. J. Anim. Sci.,* 40, 23-29.

[221] Ronning (M.), 1960. — Effect of varying alfalfa hay concentrate ration in a pelleted ration for dairy cows. *J. Dairy Sci.,* 8, 811-815.

[222] Ronning (M.), Meyer (J.H.), Clark (G.T.), 1959. — Pelleted alfalfa hay for milk production. *J. Dairy Sci.,* 42, 1373-1376.

[223] Rook (J.), 1961. — Variations in chemical composition of the milk of the cows. *J. Dairy Sci.*, 23, 251-258 (Abstr.).

[224] Ruckebush (Y.), 1963. — Recherche par la régulation centrale du comportement alimentaire chez les ruminants. *Thèse doctorat de la Faculté des Sciences de Lyon.*

[225] Ruckebush (Y.), Marquet (J.P.), 1965. — Recherche par le comportement alimentaire chez les ruminants. I. Influence de la structure physique des aliments. *Rev. Méd. Vét.*, 114, 833-856.

[226] Schoeffer (H.C.). — *B.N.A. I.T.* 340 G, nov. 1965.

[227] Scott (M.L.), 1951. — The grass juice factor in turkey nutrition. *Poultry Sci.*, 30, 293.

[228] Scott (H.M.), 1951. — Studies on the enlarged hock distal effect of fish-liver oil and beneficial effect of dried brewers'yeast and other materials. *Poultry Sci.*, 30, 839.

[229] Scott (H.M.), Glista (W.A.) and Goffi (E.A.), 1951. — Growth effects of certain supplements added to a corn soy bean oil chick ration with and without antibiotic. *Poultry Sci.*, 30, 930.

[230] Scott (H.M.) and al. — *Poultry Science*, 1961, 40, 1593.

[231] Seerly (R.W.) and Wahlstom (R.C.), 1962. — Dehydrated alfalfa meal for growning finishing pigs and brood sows kept on concrete. *Feedstuffs* of february 3, 1962.

[232] Seerly (R.W.) and Wahlstrom (R.C.), 1965. — Dehydrated alfalfa meal in ration for confined brood sows. *J. Anim. Sci.*, 24, n° 2, may 1965.

[232 *bis*] Scren (E.), 1968. — Nouveaux aspects de la pathologie du rumen des bovins consécutive aux directives alimentaires modernes. *Revue Méd. Vét.*, 119, 89, 745.

[233] Shaw (J.C.) and al., 1959. — Production of hay on ration digestibility rate of passage and fat content of milk. *Canad. J. Anim. Sci.*, 40, 23-29.

[234] Shirley (R.L.) and al., 1964. — Some observations of urinary calculi in cattle. *J. Anim. Sci.*, 23, 298.

[235] Shrewsbury (C.L.), 1943. — The value of alfalfa and certain of its fractions in the nutrition of breading ewes. *J. Anim. Sci.*, 2, 209.

[236] Shinger (S.J.), Pepper (W.F.) and Hill (D.C.), 1952. — Interaction between penicillin and grass juice concentrate in turkeys. *Poultry Sci.*, 31, 187.

[237] Smith (H.A.), 1944. — Ulcerz tive lesions of the bovine rumen and possible relation to hepatic abscesses. *Amer. J. Vet. Res.*, 5, 234-249.

[238] Smith (L.D.), 1963. — Spherophorus Necrophorus and liver abscesses in cattle. *Bull. Off. Int. Epizoot.*, 59, 1517-1526.

[239] Sober (H.A.) and al., 1942. — Nutritien of the guinea pig. *J. Nutrition*, 24, 503.

[240] Sullivan and al. — *Feedstuffs*, 1963. Feb. 2 nd, p. 44.

[241] Sunde (M.L.), 1962. — *Poultry Sci.*, 41, 532.

[242] Stirn (F.E.), Elvehjem (C.A.) and Hart (E.B.), 1953. — Preliminary observations on certain seasonal variations in the physical and nutritive value of cow's milk serum. *J. Dairy Sci.*, 18, 333.

[243] Tappan (L.V.), Boldt (R.E.) and Elvehjem (C.A.), 1953. — Unidentified factors capable of reproducting stress in iodinated protein fed rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 3, 135.

[244] Teague (H.S.), 1955. — The influence of alfalfa on ovulation rate an other reproductive phenomena in gilts. *J. Anim. Sci.*, 14, 621.

[245] Thompson (G.B.), Lyons (D.T.), Pfander (W.H.), 1957. — Fattening lambs response to rations fed in various physical forms with special emphasis on rumen changes. *J. Anim. Sci.*, 16, 1080.

[246] Udall (R.H.), Seger (C.L.) et Fu Ho Chen Chow, 1965 a. — Studies on urolithiasis. VI. The mechanism of urinary calculi. *Cornell Veter.*, 55, 198-203.

[247] Udall (R.H.), Seger (C.L.) et Fu Ho Chen Chow, 1965 b. — Studies on urolithiasis. VII. The effects of sodium, potassium or chloride ions in the control of urinary calculi. *Cornell Veter.*, 55, 538-544.

[248] Vavich (M.G.), Wertz (A.) and Kemmerer (A.R.), 1953. — Growth stimulating factors in alfalfa forchicks. *Poultry Sci.*, 32, 433.

[249] Vestal (C.M.), 1947. — Death losses in newborn pigs. *Univ. Ag. Exp. Sta. Mimeo* 27.

[250] Vestal (C.M.), 1947. — Death losses in newborn pigs. III. Purdue. *Univ. Ag. Exp. Sta. Mimeo* 41.

[251] Vestal (C.M.) and al., 1950. — Death losses in newborn pigs. IV. Purdue. *Univ. Ag. Exp. Sta. Mimeo* 50.

[252] Vidacks (G.) and Ward (G.M.), 1960. — Parakeratosis condition of rumen epithelium produced by an all-concentrate ration. *J. Dairy Sci.*, 2, 875.

[253] Ward (G.M.), 1962. — Ruminal parakeratosis and other feed induced lesions. *Feedstuff*, 34.

[254] Ward (A.H.). — Dehydrated forage crops as feed ingredients. (Laboratoires L t d Grange over Sands England). *Feedstuffs* du 16-1-1965, vol. 37, n° 3, p. 10.

[255] Wallace (J.D.), Raleigh (R.J.), Sawyr (W.A.), 1961. — Utilization of shopped, wafered and pelleted native meadow hay by weaned hereford calws. *J. Anim. Sci.*, 20, 778-781.

[256] Webb (R.J.), Cmarick (G.E.), Cate (H.A.), 1957. — Comparaison of feeding three forages as baled hay, chopped, hay, hay pellets and silage to steer calws. *J. Anim. Sci.*, 16, 1057 (Abstr.).

[257] Webb (R.J.) and al., 1959. — Pelleted complete rations of varying concentrate roughage ratios for steers calws yearling and two years old steers. Illinois cattle feeders calves day.

[258] Wieses (M.F.) and al., 1966. — Intensive beef production. 8. The effect of chloretetracyclin on growth, feed utilization and incidence of liver abscesses in barley beef cattle. *Anim. Prod.*, 8, 411-423.

[259] Wendt (G.), Von Volksernaur (Z.), Diatkost, 1935. — A recently discovered nutritive factor in milk. *Chem. lentr.* I, 3686. 10, 116,

[260] Wendt (G.), Von Karjatalous, 1935. — Forage for cattle and the public health. *Chem. lentr.* I, 2909, 11, 110.

[261] Wilgus and Madsen. — *Poultry Sci.*, 1964, 33, 448.

[262] Winegar (A.H.) and Pearson (P.B.), 1939. — The requirements of herbivora for nicotinc acid and grass juice factor. *Proc. Am. Soc. An. Prod.*, 32, 384.

[263] Wise (M.B.) and al., 1965. — Influence of rumen buffering agents and hay on performance and carcass characteristics of steers fed all concentrate rations. *J. Anim. Sci.*, 24, 83-88.

[263 *bis*] Wieser (M.F.) and al., 1966. — Intensive beef production. 8. The effect of chloretetracyclin growth, feed utilisation and incidence of liver abscesses in barley cattle. *Anim. Prod.*, 8, 411-423.

[264] Woods and Rhodes (R.W.), 1962. — Effect of varying roughage to concentrate ratios on the utilization by lambs of rations differing in physical form. *J. Anim. Sci.*, 23, 94-99.

[265] Woods (W.), Thompson (S.W.) and Ramsay (F.), 1963. — Characteristics of rumen pigment in lamb fed pelleted rations. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 113, 152.

[266] Woolley (D.W.), 1942. — Some new dietary essentials required by guinea pigs. *J. Biol. Chem.*, 143, 679.

[267] Woolley (D.W.) and Krampietz (L.O.), 1943. — Production of a Scuwy like condition by feeding of a compound structurally related to ascorbic acid. *J. Ex. Med.*, 78, 333.

[268] Wright (P.L.), Pope (A.L.), Phillips (P.H.), 1963. — Effect of physical form of ration upon digestion acid volatile fatty acid production *in vivo* and *in vitro*. *J. Anim. Sci.*, 22, 586-591.

[269] Wulzen (R.) and Bahrs (A.M.), 1935 a. — Dietary factor in planarian and mammalian nutrition. *Physiol. Zool.*, 9, 508.

[270] Wulzen (R.) and Bahrs (A.M.), 1935 b. — Dietary factor which imparts to certain mammalian tissues a quality necessary for the correct nutrition of phanarian worm. *Physiol. Zool.*, 8, 457.

[271] Weir and al., 1959. — Pelleted rations compared to similar rations fed chopped or ground for steers and lambs. *J. Anim. Sci.*, 18, 805-841.

# APPENDICE

## LUZERNE DÉSHYDRATÉE
## TAUX D'INCORPORATION RECOMMANDÉS

| | % PROTÉINE | % RECOMMANDÉS DANS LA RATION OU LE SUPPLÉMENT | % PROBABLES UTILISÉS ACTUELLEMENT |
|---|---|---|---|
| VOLAILLE | | | |
| Poulets | | | |
| Démarrage | 20 | 3 | 1,5 |
| Finition | 20-25 | 5-7 | 2,0 |
| Reproducteurs | 17 | 5 | 2,0 |
| Production œufs | | | |
| Démarrage | 17 | 3 | 3 |
| Croissance | 17 | 5-7 | 0 |
| Reproducteurs | 17-20 | 5 | 3 |
| Production jaunes foncés | 20-25 | 5-10 | 8 |
| Production jaunes pâles | 17 | 3 | 1 |
| Canards | | | |
| Démarrage | 17 | 3-5 | 0 |
| Croissance | 17 | 5-7 | 0 |
| Reproducteurs | 17 | 10 | 10 |
| Dindons et oiseaux de chasse | | | |
| Démarrage | 17 | 5-10 | 3 |
| Croissance | 17-20 | 10-15 | 5 |
| Reproducteurs | 17 | 10-15 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PORCS | | | |
| Elevage | 20 | 5-10 | 10 |
| Complément reproducteurs | 17-20 | 10-15 | 5 |
| Finition | 20-25 | 3-5 | 0 |
| BÉTAIL | | | |
| Laitier | | | |
| Démarrage | 17 | 10-15 | 5 |
| Vaches et génisses sèches | 17 | 15 | 5 |
| Laitières | 15 | | |
| Complément laitières | | 5 | 5 |
| | | 1 kg/100 kg | 100 kg poids/jour |
| Bœufs | | | |
| Alimentation à l'auge | 17 | 10-15 | 5 |
| Complément finition | 15-17 | 20-30 | 20 |
| Complémentaire de pâture | 17-22 | 10-15 | 12 |
| MOUTONS | | | |
| Alimentation à l'auge supplément | 15 | 30 | 15 |
| Reproducteurs supplément | 15-17 | 30 | 25 |
| CHEVAUX | | | |
| Alimentation à l'auge | 17 | 20-30 | 25 |
| Entretien | 15 | 40-60 | 25 |
| Reproducteurs | 17-20 | 40-60 | 25 |
| Supplément | 17 | 10-15 | 10 |
| LAPINS | | | |
| | 15 | 40 | 40 |

Ce tableau est communiqué à titre indicatif. Des variations sont susceptibles d'être apportées en fonction de la distance des approvisionnements en luzerne déshydratée notamment.

(*Assemblée du 25e Anniversaire de l'Association des Déshydrateurs Américains. Extraits des rapports.*)